

PROPOSTA DE UMA INTERVENÇÃO MULTIFUNCIONAL NA PRAIA DO NORTE, VIANA DO CASTELO

FRANCISCO MACIEL MACHADO MIRANDA DUARTE

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor Fernando Francisco Machado Veloso Gomes

JUNHO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2016/2017 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meu pai

*"No man is more unhappy than he who never faces adversity.
For he is not permitted to prove himself."*

Seneca

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio que sempre me deu e pelas oportunidades que me presenteou.

Ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Francisco Machado Veloso Gomes, pelo apoio, disponibilidade e partilha do seu infindável conhecimento sobre toda e qualquer questão de matéria marítima.

A todos os meus colegas que tornaram a minha passagem pela FEUP uma memória que para sempre recordarei com apreço, especialmente àqueles que me acompanharam quase diariamente e sei que nunca esquecerei. Os quais eu acredito que, num futuro próximo, constituirão o futuro soberano da engenharia em Portugal e no mundo.

Aos que todos os dias me fazem crer que a escolha do ramo de Hidráulica foi a mais acertada e tornaram este Departamento e Secção uma segunda casa para mim. Entre os quais, Alberto Ramalho, Alexandre Sousa, André Matias, Pedro Biscaia, Prof. Dra. Elsa Carvalho, D^a Esmeralda Miguel e D^a Paula Pinto.

Àqueles que acompanharam e contribuíram para a minha evolução académica e pessoal na cidade do Porto, e me apoiam continuamente nesta jornada, destacando, Augusto Pinheiro, João Cândido Silva, João Luís Ramos e Raul Parente.

Aos que de alguma maneira contribuíram e tornaram esta dissertação possível, Eng. João Garcez (Serviços Municipalizados de Viana do Castelo), Eng. Mota Lopes (Agência Portuguesa do Ambiente), Eng. Francisco Piqueiro (Foto Engenho), Eng. Nuno Pinto (Câmara Municipal de Viana do Castelo), Arquitecta Rute Carneiro (POLIS Litoral Norte), Eng. João Pedro Borges Ferreira e ao futuro arquiteto Diogo Borges Ferreira.

A todos, muito obrigado.

RESUMO

A Praia do Norte é a praia de Viana do Castelo com maior importância e acessos, contudo, esta apresenta uma tendência de desertificação a nível balnear. As mais recentes intervenções realizadas nesta praia limitam-se ao melhoramento de acessos, equipamentos de apoio e lazer e proteção costeira. Contudo existe uma oportunidade de intervenção nas infraestruturas degradadas existentes no ambiente rochoso inserido no plano de água, melhorando as condições balneares e a biodiversidade.

Neste âmbito são analisadas as características e necessidades da zona em estudo, a sua fauna e flora marinha e estruturas pré-existentes. São também abordados outros temas, explorados no desenvolvimento das propostas, tais como recifes artificiais, piscinas naturais e de maré, e mitigação do recuo da linha de costa. Este estudo serve de base para a apresentação de um leque de intervenções, adaptadas às necessidades e características desta mesma praia.

As intervenções propostas são apresentadas de uma forma modular, de forma a facilitar a sua aprovação e construção, bem como permitir a escolha de diferentes configurações destas, de acordo com as necessidades que as entidades competentes considerem mais apropriadas.

O principal foco destas propostas de intervenção nas estruturas pré-existentes reside na sua segurança estrutural e na dos seus utilizadores. Expansões e melhorias às piscinas de maré existentes e viveiros são também apresentadas, em conjunto com uma nova forma de promover a biodiversidade deste ecossistema, recorrendo a recifes artificiais.

PALAVRAS-CHAVE: piscina de maré, piscina natural, recifes artificiais, alimentação artificial de areia, Viana do Castelo.

ABSTRACT

Praia do Norte is Viana do Castelo's most notorious beach and the one with the best road access and parking, however, this beach is developing a desertification trend. The most recent interventions in this beach were limited to improve the parking spots, beach and recreation equipment and coastal protection. However there is an opportunity of intervention in the degraded infrastructure existing in the rocky and water environment, improving the bathing conditions and biodiversity.

With this in mind, the needs and characteristics of the study area are analyzed and so are the pre-existing structures, fauna and flora. Other topics are also approached, explored in the development of proposals, such as artificial reefs, tidal and natural pools and minimization of coastal retreat. This study enables the development of a series of improvements, adapted to the needs and characteristics of this beach.

The proposed interventions are presented in a modular form, facilitating their approval and construction, while also allowing different configurations according to the needs the authorities consider most appropriated.

The main focus of this intervention proposals in the pre-existing structures reside in their structural and user safety. Expansions and improvements to the existing tidal pools and old vivarium's are also presented, together with a new way of promoting the ecosystem biodiversity with the use of artificial reefs.

KEYWORDS: tidal pools, natural pools, artificial reefs, artificial sand nourishment, Viana do Castelo.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
 1 INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO.....	 1
1.1. MOTIVAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
 2 ENQUADRAMENTO DA ZONA EM ESTUDO.....	 3
2.1. PRAIA DO NORTE, VIANA DO CASTELO	3
2.1.1. CARACTERÍSTICAS	4
2.1.1.1. AREIA.....	4
2.1.1.2. GEOLOGIA	5
2.1.2. ESTRUTURAS EXISTENTES	6
2.1.2.1. Passadiço.....	8
2.1.2.2. Piscina Principal	10
2.1.2.3. Viveiro.....	12
2.1.2.4. Piscina Secundária.....	13
2.1.3. INTERVENÇÃO AO ABRIGO DO POLIS LITORAL NORTE	14
2.2. FAUNA E FLORA DA ZONA INTERTIDAL.....	17
2.2.1. ANDAR SUPRALITORAL.....	18
2.2.2. ANDAR MEDIOLITORAL	19
2.2.3. ANDAR INFRALITORAL	21
2.2.4. OPORTUNIDADES E DESAFIOS	23
 3 ESTUDO DE TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO COSTEIRA A CONSIDERAR.....	 25
3.1. ENQUADRAMENTO	25
3.2. PISCINAS DE MARÉ E NATURAIS	25
3.2.1. PISCINAS DE MARÉ	25
3.2.2. PISCINAS NATURAIS	26
3.2.3. EXEMPLOS EM PORTUGAL	27

3.3. RECIFES ARTIFICIAIS	29
3.3.1. INTRODUÇÃO	29
3.3.2. TIPOS E MATERIAIS	30
3.3.3. SITUAÇÃO EM PORTUGAL	31
3.3.4. EVOLUÇÕES E TENDÊNCIAS	32
3.4. MITIGAÇÃO DO RECUO DA LINHA DE COSTA.....	33
3.4.1. RECUO DA LINHA DE COSTA	33
3.4.2. SUBIDA DO NÍVEL MÉDIO DA ÁGUA DO MAR.....	34
3.4.3. MITIGAÇÃO DO RECUO POR VIA DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE AREIAS	34
3.4.4. SITUAÇÃO NA PRAIA DO NORTE	36
 4 ANÁLISE DE PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO	 39
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	39
4.2. ANÁLISE DE “NÃO INTERVENÇÃO”	40
4.3. PROPOSTA 1	41
4.3.1. ACESSO PEDONAL	42
4.3.2. REGULARIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EXISTENTE	46
4.4. PROPOSTA 2	47
4.4.1. EXPANSÃO DO SOLÁRIO	48
4.4.2. ACESSOS AO SOLÁRIO E PISCINA.....	50
4.4.3. EQUIPAMENTOS BALNEARES.....	51
4.5. PROPOSTA 3	51
4.5.1. PISCINA REGULAMENTAR.....	51
4.6. PROPOSTA 4	53
4.6.1. PISCINA “INFINITA”	53
4.6.2. CORREDOR ENTRE PISCINAS	54
4.6.3. NOVOS ACESSOS.....	55
4.7. PROPOSTA 5	56
4.7.1. VIVEIRO.....	56
4.7.2. RECIFES ARTIFICIAIS	58
 5 Conclusão, Recomendações e Trabalhos Futuros	 61
5.1. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	61
5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fotografia aérea de Viana do Castelo e da zona em estudo, Praia do Norte, a vermelho (Fonte: Google Maps).	3
Figura 2 - Fotografia aérea da zona em estudo, Praia do Norte (Fonte: Google Maps).	4
Figura 3 - Areia característica da Praia do Norte. Diâmetro Moeda 1€: 23,25mm (13 de maio, 2017). ..5	
Figura 4 - Areia colocada por alimentação artificial. Diâmetro Moeda 1€: 23,25mm (13 de maio, 2017).	5
Figura 5 - Formações rochosas na praia em estudo (11 de março, 2017).	6
Figura 6 - Afloramento rochoso, quase paralela à costa da Praia do Norte (Fonte: Google Maps).	6
Figura 7 - Fotografia aérea da Praia do Norte e identificação das estruturas em estudo (Fonte: Foto Engenho/Prof. Francisco Piqueiro).	7
Figura 8 - Distâncias relativas ao início do passadiço (Fonte: Google Maps).	8
Figura 9 - Ponto de espera (ou varanda), vista para poente (11 de março, 2017).	9
Figura 10 - Falhas e algas no passadiço (11 de março, 2017).	9
Figura 11 - Escoamento de água por falhas no núcleo do passadiço (11 de março, 2017).	10
Figura 12 - Falha estrutural no núcleo do passadiço, à entrada da piscina principal (11 de março, 2017).	10
Figura 13 - Vista para poente da piscina principal e passadiço de acesso, à direita (11 de março, 2017).	10
Figura 14 - Acumulação de algas no interior da piscina principal (11 de março, 2017).	11
Figura 15 - Falhas e algas no solário da piscina principal (11 de março, 2017).	11
Figura 16 - Escadote de acesso à piscina, pelo passadiço (11 de março, 2017).	12
Figura 17 - Escadote de acesso à piscina, pelo solário (11 de março, 2017).	12
Figura 18 - Vista para poente, sobre o passadiço, do viveiro (ou lagosteiro) (11 de março, 2017).	13
Figura 19 - Falhas (blocos em falta) localizadas na parte Sul do viveiro. (11 de março, 2017).	13
Figura 20 - Fotografia panorâmica da piscina secundária (pequena), vista para poente (20 de Maio, 2017).	13
Figura 21 - Assoreamento e acumulação de pedras no interior da piscina pequena (22 de março, 2017).	14
Figura 22 - Presença exagerada de algas na piscina pequena, vista para sul (22 de março, 2017)...	14
Figura 23 - Modelo 3D da intervenção urbanística na Praia do Norte (Fonte: http://www.cm-viana-castelo.pt/pt/noticias/obras-na-praia-norte-arrancam-no-proximo-dia-24-de-novembro).	15
Figura 24 - Planta da intervenção urbanística na Praia do Norte. Da esquerda para a direita, seccionado verticalmente, Praça da Cultura e do Lazer, Praça da Praia e do Conhecimento, Praça do Desporto, Praça de Pedra e do Bem Estar (Fonte: Polis Litoral Norte / Câmara Municipal de Viana do Castelo, CMVC).	16

Figura 25 - Galgamento da anterior estrutura longitudinal, em taludes (2 fevereiro 2017, 17:21).	16
Figura 26 - Antiga estrutura longitudinal de defesa, em taludes (20 de Maio, 2017).	17
Figura 27 - Nova parede vertical de defesa costeira. (20 de maio, 2017).	17
Figura 28 - Ilustração da plataforma continental (Adaptado de: http://www.institut-ocean.org/rubriques.php?lang=fr&article=1374481253).	17
Figura 29 - Adaptado de Ecologia dos Ecossistemas Costeiros, Centro de Monitorização e Investigação Ambiental (CMIA) da Câmara Municipal de Viana do Castelo (CMVC).	18
Figura 30 - <i>Littorina neritoides</i> na parte superior do viveiro (13 de maio, 2017).	19
Figura 31 - <i>Littorina neritoides</i> (Fonte: http://www.aphotomarine.com/snail_melarphe_neritoides_small_periwinkle.html).	19
Figura 32 - <i>Verrucaria maura</i> (Fonte: http://www.marlin.ac.uk).	19
Figura 33 - <i>Chtamalus stellatus</i> presente no exterior do viveiro (13 de maio, 2017).	20
Figura 34 - <i>Patella vulgata</i> presente ao longo de todo o passadiço (13 de maio, 2017).	20
Figura 35 - Mexilhão do Mediterrâneo (Fonte: http://especiesmarinasdeinteresbromatologic.blogspot.pt).	20
Figura 36 - <i>Fucus spiralis</i> existentes em grande quantidade no exterior da piscina grande (20 de maio, 2017).	20
Figura 37 - Poça de maré, Praia do Norte (20 de Maio, 2017).	21
Figura 38 - Interior da piscina de marés em estudo, sobrelotado de algas do género <i>Gelidium corneum</i> (20 de maio, 2017).	22
Figura 39 - Kelp, do género <i>Laminaria</i> (à esquerda) e <i>Saccorhiza</i> (à direita) (Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/Saccorhiza_polyschides).	22
Figura 40 - <i>Palaemon serratus</i> (Fonte: http://www.wikiwand.com/pt/Palaemoninae).	22
Figura 41 - <i>Carcinus maenas</i> na piscina pequena (11 de março, 2017).	22
Figura 42 - Percebes (<i>Pollicipes pollicipes</i>) (Fonte: http://portaldomar.blogspot.pt).	23
Figura 43 - Sargaceira, em ambiente natural equivalente ao da praia em estudo (Fonte: http://marintimidades.blogspot.pt/2014/10/a-dureza-da-profissao-de-sargaceira.html).	24
Figura 44 - Piscina de marés, Leça da Palmeira (Fonte: http://www.matosinhosport.com/gca/?id=440).	26
Figura 45 - Piscina de marés, Caloura, São Miguel, Açores (Fotografia: Raquel Gaspar).	26
Figura 46 - Poças de maré, Porto Covo (https://en.wikipedia.org/wiki/Tide_pool).	26
Figura 47 - Poça de maré na Praia do Norte (20 de marco, 2017).	26
Figura 48 - Piscina natural na Nova Zelândia (Fonte: http://blog.tepapa.govt.nz/2013/02/16/birds-of-the-poor-knights-islands/).	27
Figura 49 - Bogey Hole em Newcastle, Austrália (Fonte: https://www.tripadvisor.pt/Attraction_Review-g255325-d7257650).	27

Figura 50 - Piscinas de Porto Moniz, Madeira. (Fonte: http://www.madeira-web.com/PagesP/beaches/porto-moniz.html).....	27
Figura 51 - Poça do Gomes, Madeira (Fonte: http://www.europa.com.br/5-incriveis-piscinas-naturais-ao-redor-do-mundo/).	28
Figura 52 - Piscinas Naturais de Mosteiros, Açores (Fonte: http://olhares.sapo.pt/mosteiros-piscinas-naturais-foto3013798.html).	28
Figura 53 - Piscinas Municipais da Granja. (Fonte: http://jfa.simply-web.space.com.pt/index.php?mod=conteudo&id=37&op=22&ops=37)	28
Figura 54 - Pescadores locais instalando recifes artificiais em bambu na cidade de Catanauan, Filipinas. (Fonte: Quezon Public Information Office).....	29
Figura 55 - Recife artificial em bambu, Filipinas (Fonte: http://isumat.com/artificial-bamboo-reefs-revive-marine-life-in-southern-leyte-town/).....	30
Figura 56 - Recife artificial em betão (174 m ²) Algarve, Portugal (Fonte: http://cardumebrasil.blogspot.pt/2010/09/).	30
Figura 57 - Recife artificial em pneus (Fonte: http://morefundiving.com/artificial-coral-reefs/).....	30
Figura 58 - Recife artificial feito com sucata de um avião Cessna 414 (Fonte: https://subseasystems.blogspot.pt/2014/01/).	30
Figura 59 - Recife artificial feito com tanque de guerra desativado (Fonte: https://reefbuilders.com).	31
Figura 60 - Esculturas subaquáticas para fins de mergulho recreativo, funcionado também como recifes artificiais (Fonte: http://blogs.nicholas.duke.edu)	31
Figura 61 - Corveta afundada na ilha da Madeira (Fonte: https://funchalnoticias.net).	31
Figura 62 - Mergulhadores de recreio a explorar a Corveta após o afundamento. (Fonte: https://funchalnoticias.net/tag/corveta).....	31
Figura 63 - Recifes artificiais utilizados no Algarve e dimensões médias (adaptado). (Fonte: http://www.openwaters-dive.com/recifes-artificiais.html).	32
Figura 64 - Evoluções históricas nos recifes artificiais.	32
Figura 65 - Métodos de alimentação artificial de areia por via marítima. a) descargas junto á costa. b) alimentação por repulsão (Fonte: Stronkhorst <i>et al.</i> , 2013).	35
Figura 66 - Camião dumper a efetuar descarga de areia numa intervenção na praia de Miami, EUA (Fonte: https://www.theverge.com/2016/11/17/13660014/miami-beach-sand-erosion-nourishment-climate-change).	36
Figura 67 - Areia colocada na intervenção da Praia do Norte, à espera que a ação marítima confira ao areal um novo perfil (13 de Maio, 2017).	36
Figura 68 - Fotografia aérea da Praia do Norte e distância relativa ao areal mais próximo, a norte (Fonte: Google Maps).	37
Figura 69 - Estimativa de volumes e viagens para valores correntes.	37
Figura 70 - Simulação no software Unity 5.0, da mesma perspectiva.....	39
Figura 71 - Fotografia do viveiro e envolvente, vista para poente (11 de março, 2017).	39

Figura 72 - Configurações possíveis com as 6 propostas apresentadas.	40
Figura 73 - Cella Bar, parcialmente destruído pelas ações marítimas, 27 de fevereiro 2017 (Fonte: http://www.dn.pt/artes/interior/mar-destruiu-o-bar-mais-bonito-do-mundo-5694831.html).	42
Figura 74 - Modelação do atual passadiço de acesso à piscina principal.	43
Figura 75 - Modelação da expansão do acesso pedonal.	43
Figura 76 - Corrimões em correntes de aço, Sydney, Austrália (Fonte: https://everlookphotography.wordpress.com/tag/south-curl-curl/).	43
Figura 77 - Modelação da situação atual.	44
Figura 78 - Modelação do novo acesso, com sinalização vertical e possibilidade de interdição de passagem para o viveiro e, caso necessário, a todo o passadiço.	44
Figura 79 - Simulação da utilização do acesso pedonal como suporte do <i>pipeline</i> para alimentação de areia por repulsão.	45
Figura 80 - Ancoragem com grampos, de tubagens de repulsão, no esporão Sul da Barrinha de Esmoriz (Fotografia: Cristiano Teixeira).	45
Figura 81 - Vista em corte de possível secção transversal com galeria para inserção de tubagens para efeitos de bombagem por repulsão.	45
Figura 82 - Vista em corte de possível secção transversal com suporte lateral para suporte de conduta para efeitos de bombagem por repulsão.	45
Figura 83 - Pormenor, referente à Praia do Norte, da carta náutica 26041 (Fonte: http://viana.apdl.pt).	46
Figura 84 - Piscina de maré com revestimento interior, Sydney, Austrália (Fonte: https://daysontheclaise.blogspot.pt).	47
Figura 85 - Modelação da expansão do solário.	48
Figura 86 - Modelação do solário pré-existente.	48
Figura 87 - Modelação da expansão do solário, vista para poente.	49
Figura 88 - Modelação de possível estrutura fixa de apoio ao nadador-salvador.	49
Figura 89 - Modelação das novas escadas de acesso com corrimões, retirando escadotes pré-existent.	50
Figura 90 - Modelação das novas escadas de acesso com corrimões, mais escadotes pré-existent.	50
Figura 91 - Modelação do novo acesso ao areal.	50
Figura 92 - Modelação de espreguiçadeiras, encastradas na nova expansão.	51
Figura 93 - Modelação da piscina semiolímpica, proposta 3.	52
Figura 94 - Modelação da piscina olímpica, proposta 4.	52
Figura 95 - Modelação da "infinity pool", configuração 6.	53
Figura 96 - Efeito de piscina infinita num resort em Santorini, Grécia (Fonte: http://canaves.com).	54
Figura 97 - Modelação do efeito de piscina infinita.	54

Figura 98 - Corredor entre piscinas.....	55
Figura 99 - Acesso de entrada à nova piscina, em conjunto com a expansão 1.	55
Figura 100 - Novo acesso à piscina pré-existente, para o novo corredor proposto.	56
Figura 101 - Pesqueiras abandonadas no limite norte da Praia do Norte, junto ao afloramento das "Pedras Ruivas" (Fonte: Google Maps).	57
Figura 102 - Pormenor de painel e sua aparafusagem (Fonte: www.reefdesignlab.com).	58
Figura 103 - Grupo de painéis, suportado por estrutura auxiliar (Fonte: ww.reefdesignlab.com).	58
Figura 104 - Possível solução do estilo "painel de azulejo", otimizada com cavidades para abrigo de espécies.	59

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

APA - Agência Portuguesa do Ambiente;

APDL - Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, SA;

CMVC - Câmara Municipal de Viana do Castelo;

DGP - Direção Geral de Portos;

FEUP - Faculdade Engenharia da Universidade do Porto;

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change;

NMM - Nível Médio da Água do Mar;

POOC - Plano de Ordenamento da Orla Costeira;

POSEUR - Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos;

SMSBVC - Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo

cm - centímetro;

m - metro;

km - quilómetro;

ha - hectare;

1

INTRODUÇÃO E ENQUADRAMENTO

1.1. MOTIVAÇÃO

A Praia do Norte, apesar de ser a praia do concelho de Viana do Castelo com melhores equipamentos e acessibilidades, tem a sua atividade balnear reduzida aos poucos utentes que ainda a procuram devido às suas distintas características. É especialmente frequentada por idosos que procuram nas algas da região os benefícios do iodo para a sua saúde, por vezes até, por ordem médica.

As intervenções realizadas em 2016 e 2017 no âmbito do Programa Polis Litoral Norte reforçaram as acessibilidades, equipamentos e atratividades da zona terrestre, pouco interferindo na zona marítima de ambiente rochoso.

Neste contexto e aproveitando o recente empreendimento em questão, faz sentido refletir sobre as razões que poderão justificar o número de banhistas desta praia ser tão reduzido propondo então intervenções na zona balnear de modo a favorecer a atividade balnear no plano de água.

Serão também revistas neste trabalho, questões críticas de segurança nas estruturas marítimas existentes. É dada uma forte atenção a questões ambientais e à preservação da fauna e flora locais.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação pretende apresentar diferentes propostas de reabilitação e expansão das já existentes estruturas marítimas presentes na Praia do Norte em Viana do Castelo. Apoiado em pilares como segurança, ecologia, paisagismo, lazer e durabilidade, procura-se com este trabalho reportar falhas graves e auxiliar possíveis intervenções futuras ao apresentar várias alternativas de reabilitação e expansão que estas estruturas podem e devem seguir.

Este trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos, servindo os primeiros como introdução e base de estudo para compreensão das necessidades e características locais, de modo a adequar da melhor forma as propostas elaboradas e apresentadas no 4º capítulo incidindo sobre a praia em questão.

O presente capítulo apresenta uma pequena descrição do que será abordado ao longo deste trabalho e serve de base para os capítulos que se seguem, ao descrever a motivação e necessidade de desenvolvimento deste tema.

O capítulo 2 é dedicado à caracterização da praia em estudo, seus equipamentos, intervenções realizadas, necessidades e potencialidades, bem como uma análise da sua fauna e flora marinha local.

O 3º capítulo justifica-se como uma base de estudo para a elaboração das propostas de intervenção, analisando aplicações nacionais e internacionais e casos de sucesso de intervenções costeiras como piscinas de maré, recifes artificiais e alimentação artificial de areias.

O subcapítulo 3.2 destina-se apenas ao estudo de piscinas de maré, sua caracterização, variantes e referências a alguns exemplos notáveis ao longo da costa portuguesa. O subcapítulo seguinte, 3.3, estuda a vertente ecológica de recifes artificiais, os diferentes tipos e materiais utilizados, evoluções, tendências, bem como uma breve descrição da experiência portuguesa com este tipo de intervenção costeira. Por último o subcapítulo 3.4 oferece uma breve descrição dos problemas que se têm vindo a desenvolver na costa portuguesa graças ao recuo da linha de costa, uma breve descrição deste fenómeno, causas, formas de mitigação e qual o ponto de situação desta praia devido a este tipo de problema.

No 4º capítulo são apresentadas e analisadas as propostas de intervenção, baseadas nas temáticas estudadas nos capítulos anteriores e adaptando-os às condições e necessidades da praia em estudo, oferecendo a possibilidade de optar por diferentes configurações e faseamento destas mesmas soluções, graças à modularidade das propostas.

O 5º e último capítulo oferece uma breve conclusão deste trabalho e visa tecer recomendações, bem como explanar quais os passos a seguir no desenvolvimento futuro destas propostas.

2 ENQUADRAMENTO DA ZONA EM ESTUDO

2.1. PRAIA DO NORTE, VIANA DO CASTELO

A zona em estudo fica situada no município de Viana do Castelo, o qual possui um litoral com vasta importância do ponto de vista ambiental e lúdico. Este município conta com 24 km de orla costeira, constituído por 16 km de praias arenosas e os restantes 8 km por praias rochosas, perfazendo um total de cerca de 40 praias.

A Praia do Norte, galardoada com bandeira azul, é sem dúvida a praia do município de Viana do Castelo com melhor localização e proximidade dos utentes urbanos. Localizada a pouco mais de 1 km do centro da cidade de Viana do Castelo (Fig. 1), vê, devido às suas características rochosas, o seu potencial balnear pouco aproveitado e uma taxa de utilização bastante inferior às praias localizadas alguns quilómetros a norte ou a sul.



Figura 1 - Fotografia aérea de Viana do Castelo e da zona em estudo, Praia do Norte, a vermelho (Fonte: Google Maps).

2.1.1. CARACTERÍSTICAS

Alguns dos fatores que levam ao subaproveitamento desta praia são as suas características predominantemente rochosas, a pequena largura e granulometria do areal e o abandono ou deficiente aproveitamento de estruturas que aumentem a qualidade balnear de praias rochosas, como piscinas de marés e respetivos solários.

A praia conta com uma extensão de quase 500 m de areal, uma velocidade média de vento de 7 a 8 km/h, direção de ondas predominante de noroeste e temperatura média da água de 18 °C no verão e 12 °C no inverno.

2.1.1.1. AREIA

Uma das características menos apelativas para os utentes desta praia (Fig. 2) é a granulometria típica da areia. É sabido que em termos de conforto, quanto mais baixa a granulometria, isto é, quanto mais finos os grãos de areia, melhor a sensação do contacto do pé com esta. Este conforto vai diminuindo conforme aumenta o diâmetro médio destes grãos e, tipicamente, a areia encontrada na Praia do Norte apresenta uma dimensão média dos grãos que já demonstra algum desconforto quando pisada.

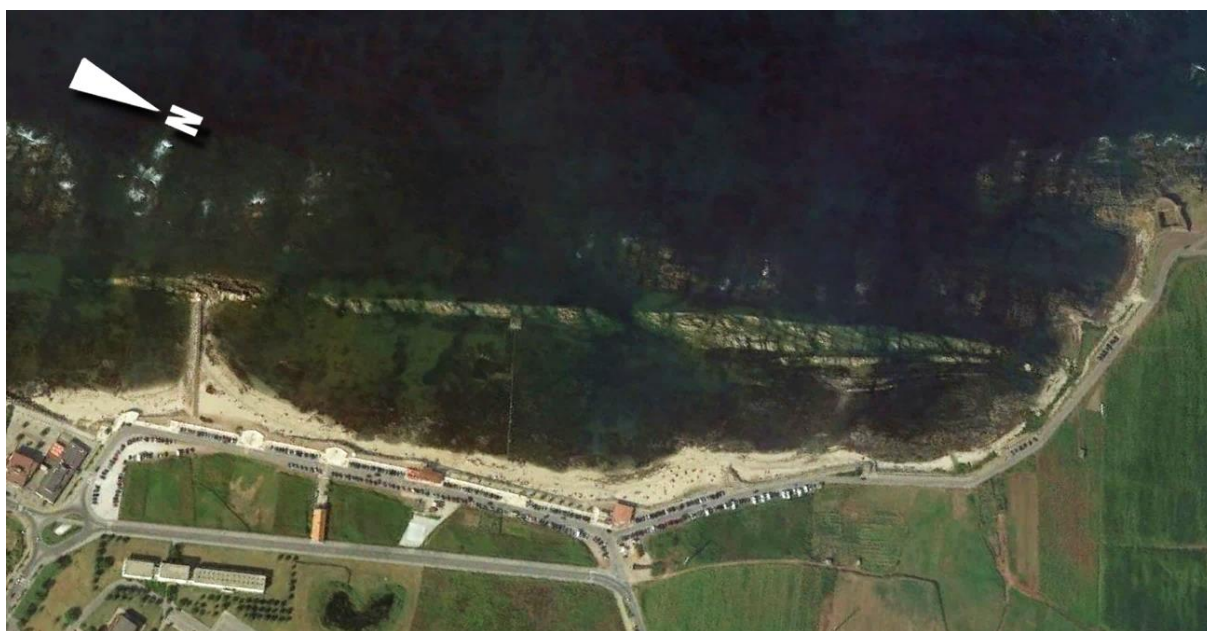


Figura 2 - Fotografia aérea da zona em estudo, Praia do Norte (Fonte: Google Maps).

Aliado ao facto de poucos quilómetros a norte existirem praias com granulometrias muito mais finas e confortáveis, este é um dos fatores que mais afasta os potenciais utentes desta zona balnear.

A alimentação artificial de areia efetuada na intervenção referida no capítulo 2.1.3 vem também tentar combater este desconforto, ao colocar areia com uma granulometria bastante mais fina, proveniente de Castelo do Neiva.

Devido à escolha de granulometria diferente da existente na praia, isto é, como a dimensão média dos grãos que aí se encontravam (Fig. 3) é de dimensão significativamente superiores aos colocados nesta intervenção de 2017 (Fig. 4), é de esperar que esta areia colocada artificialmente não permaneça nesta praia por um período de tempo que ultrapasse um ou alguns invernos.

Esta areia poderá mesmo permanecer menos de um inverno, caso neste ocorram grandes tempestades, pois a granulometria predominante de uma praia é característica dela e dificilmente pode ser alterada. A natureza encarrega-se de encontrar um balanço em que a dimensão das partículas de areia suporte as ações da agitação marítima e das correntes, e dimensões inferiores a essa tendem a ser arrastadas com elas.



Figura 3 - Areia característica da Praia do Norte.
Diâmetro Moeda 1€: 23,25mm (13 de maio, 2017).



Figura 4 - Areia colocada por alimentação artificial. Diâmetro Moeda 1€: 23,25mm (13 de maio, 2017).

A Praia do Norte, bem como a generalidade da costa portuguesa sofre de fenómenos de recuo da linha de costa. Efeitos antropogénicos associáveis à segunda metade do Séc.XX, como a construção de barragens e dragagem de rios e portos, diminuiu a quantidade de sedimentos disponível de areias para reposição destas praias após os temporais.

Aliando o facto de que a norte desta praia, onde as correntes marítimas transportam a maior parte dos sedimentos, apenas existirem formações rochosas e as praias das quais porventura poderiam ser transportados alguns m³ de areia por ação das correntes de deriva se encontrarem a cerca de 4 km de distância, a Praia do Norte encontra-se numa situação crítica em termos de volume do areal.

2.1.1.2. GEOLOGIA

A Praia do Norte é delimitada, a norte, por formações rochosas com aproximadamente 58 ha denominadas por Pedras Ruivas. Esta praia conserva o perfil rochoso existente a norte, com elevado interesse cultural e geológico, sendo característicos desta zona balnear os extensos afloramentos rochosos que se elevam no areal, tornando esta praia maioritariamente rochosa (Fig. 5).



Figura 5 - Formações rochosas na praia em estudo (11 de março, 2017).

Outra característica desta praia, a nível geológico, é a existência de um afloramento rochoso de grande dimensão, quase paralelo à costa (Fig. 6). Este afloramento rochoso funciona quase como um quebramar destacado em situações normais de agitação, ajudando na mitigação dos efeitos de erosão.

Porém, em situações de tempestade, as cotas deste afloramento não apresentam grande ajuda para a atenuação dos efeitos destrutivos das ondas e marés. Em situações extremas, de tempestade, estes rochedos ficam completamente submersos e os seus efeitos assemelham-se aos de um quebramar submerso, podendo antecipar a pré-rebentação das ondas mas não surtindo grande efeito em termos de proteção costeira.



Figura 6 - Afloramento rochoso, quase paralela à costa da Praia do Norte (Fonte: Google Maps).

2.1.2. ESTRUTURAS EXISTENTES

O atual conjunto existente (Fig. 7), alvo de estudo desta dissertação, é constituído por 4 estruturas. Três dessas estruturas, piscina principal, passadiço e viveiro artificial (ou lagosteiro), são contíguas. Apenas a piscina secundária, mais pequena tanto em altura como em área, situada mais para sul, se encontra afastada das restantes.

O lagosteiro e por consequência o passadiço que permite o seu acesso antecedeu a construção das restantes estruturas. Este foi construído pelos proprietários de um dos restaurantes localizado à beira mar dessa mesma praia (Restaurante Lagosteiro, recentemente demolido), com o intuito de poderem fornecer aos seus clientes marisco, bivalves e outros moluscos frescos, armazenando-os vivos nesse mesmo local.

As restantes estruturas, piscina secundária e principal, viram a sua construção realizada em 1994 e 1995, respetivamente. Foram construídas por iniciativa do então Presidente da Câmara Municipal de Viana do Castelo (CMVC), Dr. Defensor Moura na sequência de uma viagem que efetuou à Ilha da Madeira. Após uma visita às piscinas de maré lá existentes, principalmente a Piscina de Porto Moniz, surgiu-lhe o interesse na construção de algo semelhante para usufruto dos habitantes de Viana do Castelo.



Figura 7 - Fotografia aérea da Praia do Norte e identificação das estruturas em estudo
(Fonte: Foto Engenho/Prof. Francisco Piqueiro).

A primeira fase desta iniciativa de construção de piscinas naturais em Viana do Castelo, em 1994, foi marcada pela construção da piscina secundária, mais pequena e mais perto da costa, ainda numa zona arenosa e pouco rochosa da praia.

Na segunda fase, em 1995, foi construída então a piscina principal, já mais afastada da costa, com cota mais elevada e em solos maioritariamente rochosos. Foi aproveitada a pré-existência do passadiço atrás referido que permitia o acesso ao lagosteiro, de modo a reduzir custos da construção e procuradas as zonas mais regulares para o fundo dessa mesma piscina, a cerca de 70 m da praia.

Para a construção das piscinas não foram efetuados quaisquer levantamentos topográficos nem cálculos estruturais, tendo as suas localizações e dimensões sido escolhidas “a sentimento”, após visitas ao local de engenheiros responsáveis da Câmara Municipal.

2.1.2.1. Passadiço

A piscina encontra-se compreendida entre os 72 e 86 m do enraizamento deste mesmo acesso e o viveiro no final deste, ou seja, a 116 m do início do acesso (fig. 8).

O acesso pedestre (ou passadiço) existente conta com uma extensão total de 116 m e permite o acesso pedonal à atual piscina de marés e viveiro por uma rota linear e plana. Este permite aos seus utentes evitar caminhar sobre o solo maioritariamente rochoso, que descreve o caminho da costa até essas mesmas estruturas.

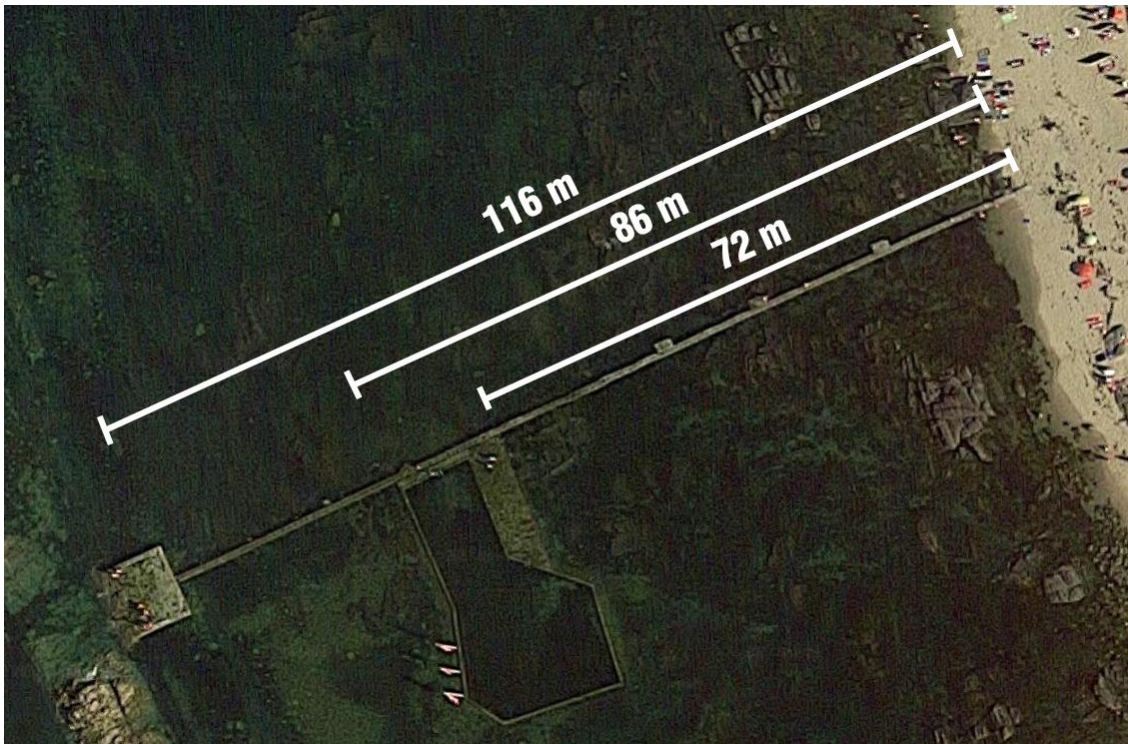


Figura 8 - Distâncias relativas ao início do passadiço (Fonte: Google Maps).

A construção desta estrutura teve como inicial intuito o acesso ao viveiro que se localiza no final da mesma. Apenas posteriormente foram construídas as restantes estruturas (piscina secundária e principal) bem como os pontos de espera/varandas (Fig. 9).

O atual passadiço que permite o acesso pedonal à piscina e viveiro compreende uma largura útil variável ao longo da estrutura, com dimensões entre 0,60 e 0,70 m. Esta variação da largura deve-se a vários fatores, principalmente devido ao material utilizado na sua construção, blocos semi-regulares de pedra granítica e ao seu desgaste provocado pelo uso, efeitos da rebentação das ondas, marés e meteorização.

Devido à reduzida largura do acesso, os utentes desta infraestrutura devem fazer a sua travessia “à vez”. Isto é, como apenas dispõe de cerca de 0,60 m de largura e aliado ao facto da existência de falhas, e do recobrimento com plantas marinhas (algas) e filmes biológicos (Fig. 10 e 15) (não só na envolvente, mas também no coroamento da estrutura), a circulação pedonal dos utentes é realizada devagar e apenas num sentido. É apenas possível a travessia nos dois sentidos quando os utentes cedem passagem e esperam a sua vez, num dos três pontos de espera (Fig. 14), que dispõe de uma largura adicional (reforçando 1 m à largura do passadiço).

A segurança dos utentes que utilizam esta estrutura é extremamente reduzida devido à sua escassa largura, a falhas nos blocos (provocados pelos mesmos fenómenos anteriormente referidos à cerca da variação da largura) e pela deposição de algas e filmes biológicos. Alguns destes efeitos podem ser combatidos através da remoção, nomeadamente em relação a algas e biofilme. Esta manutenção é, no entanto, deficitária sendo realizada uma vez por ano pelos Serviços Municipalizados de Saneamento Básico de Viana do Castelo (SMSBVC) com recurso a produtos calcários.

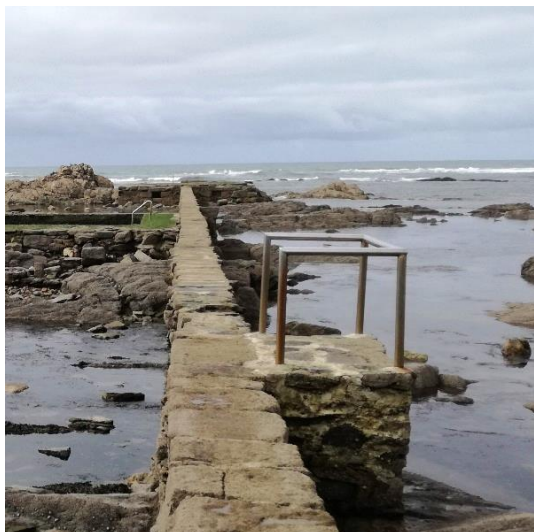


Figura 9 - Ponto de espera (ou varanda), vista para poente (11 de março, 2017).



Figura 10 - Falhas e algas no passadiço (11 de março, 2017).

Apesar do coroamento da estrutura ter um desenvolvimento quase plano, a sua altura é extremamente variável ao longo da sua extensão pois a sua fundação localiza-se em solo arenoso com bastantes afloramentos rochosos na envolvente. Essas alturas chegam a ultrapassar os 1,50 m, com tendência a aumentar para maiores distâncias da costa, mas não linearmente. Isto é, as alturas médias aumentam com a distância à praia, mas a altura máxima não se regista na parte mais afastada da estrutura.

A atual estrutura apresenta também algumas anomalias que devem ser rapidamente combatidos. É possível observar água a escoar de barlar para sotamar quando a maré sobe (Fig. 11), e vice-versa quando a maré desce, por entre as falhas no núcleo da estrutura (Fig. 12). Estas falhas têm sido provocadas por este mesmo fenómeno de escoamento e têm tendência a agravar a cada ciclo de marés, provocando erosão interna na estrutura o que cria instabilidade, podendo culminar no colapso parcial desta.

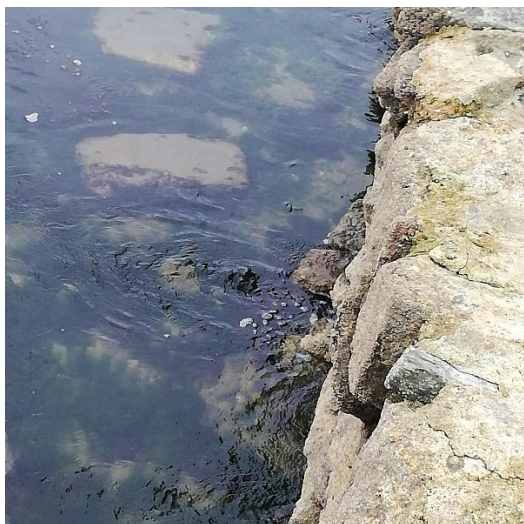


Figura 11 - Escoamento de água por falhas no núcleo do passadiço (11 de março, 2017).



Figura 12 - Falha estrutural no núcleo do passadiço, à entrada da piscina principal (11 de março, 2017).

2.1.2.2. Piscina Principal

A principal estrutura do conjunto de obras existentes na parte marítima da Praia do Norte é a piscina principal, de marés (Fig. 13).

A construção desta piscina data de 1995. A construção de tal estrutura, de carácter balnear, na Praia do Norte em Viana do Castelo visava melhorar e apoiar a piscina já existente, mas de menores dimensões, construída no ano anterior. Esta piscina encontra-se compreendida entre os 72 e 86 m da estrutura de acesso (passadiço).

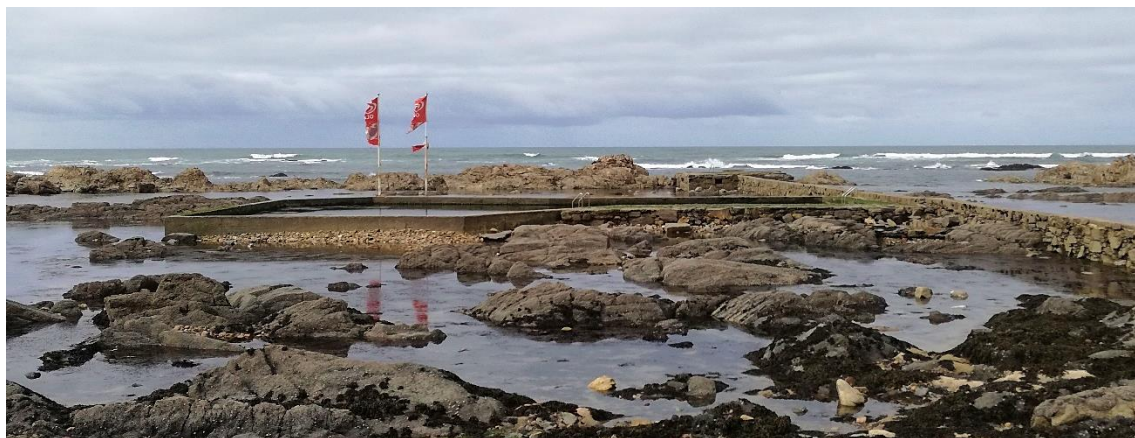


Figura 13 - Vista para poente da piscina principal e passadiço de acesso, à direita (11 de março, 2017).

O seu desenvolvimento é paralelo à costa e compreende uma área de 440 m² e um perímetro molhado (interior) de 96 m.

A cota superior da piscina situa-se 0,20 m abaixo da cota do coroamento do acesso, dando origem a um degrau. A estrutura está também servida por um solário com cerca de 75 m² de área, construído no mesmo material granítico que constitui o acesso.

As paredes circundantes da piscina, mais regulares, são construídas em betão ciclópico, com agregados grosseiros provenientes de zonas costeiras, provavelmente desta mesma praia. Estas paredes compreendem uma forma regular, com uma altura de 1 m e uma largura de 0,50 m, tendo no entanto, zonas mais estreitas, devido ao desgaste visível provocado pela ação marítima.

A altura interior da piscina, ou seja, a altura útil, é de cerca de 1 m e constante ao longo de toda a sua extensão. Esta altura sendo já reduzida desde a sua construção, vê-se ainda agravada com o passar dos anos, devido ao assoreamento que ocorre dentro desta. Os efeitos de percolação também limitam a altura de água útil (diminuição da água na piscina devido à permeabilidade do solo), chegando a diminuir em cerca de 0,40 m em situações de baixa-mar. Aliado a estes aspetos, os efeitos da evaporação da água, tornam a altura final útil de água dentro da piscina extremamente reduzida.

Existem, na estrutura, descargas de fundo para efeitos de descarga e manutenção, no entanto, a sua localização não foi encontrada devido à falta de visibilidade provocada pelo excesso de algas e assoreamento (Fig. 14).

A segurança deste equipamento é extremamente reduzida devido às falhas (Fig. 15) e deposição de algas na maior parte do solário, o que provoca não só grande impacto visual negativo, como de utilização, pois reduz significativamente o atrito entre o pavimento do solário e o utilizador, o qual, por norma, transita descalço ou com calçado de pouca aderência, nestes locais balneares.

Existem vários relatos de escorregamentos, quedas e lesões por parte dos utilizadores destas estruturas, sendo predominantemente registados neste equipamento (solário) e por utentes de idades mais avançadas.



Figura 14 - Acumulação de algas no interior da piscina principal (11 de março, 2017).



Figura 15 - Falhas e algas no solário da piscina principal (11 de março, 2017).

Visualmente, a qualidade visual da água da piscina, devido ao relativo abandono e deficiente manutenção destes equipamentos, é também muito reduzida. É impossível avistar o fundo arenoso e não regular da piscina em quase toda a sua área (Fig. 19).

A presença de algas na piscina é desregulada o que leva muitos dos utentes a evitar a sua utilização por não saberem qual a sua profundidade nem o que se encontra por baixo daqueles mantos de algas.

A entrada e saída da piscina é assistida por dois escadotes fixos, um dando acesso direto ao passadiço (Fig. 16) e outro ao solário (Fig. 17).



Figura 16 - Escadote de acesso à piscina, pelo passadiço (11 de março, 2017).



Figura 17 - Escadote de acesso à piscina, pelo solário (11 de março, 2017).

2.1.2.3. Viveiro

A estrutura deste conjunto mais afastada da costa, é um viveiro (ou lagosteiro) artificial, construído pelos proprietários de um dos restaurantes até 2017 localizado nesta praia, o Restaurante Lagosteiro. Esta construção foi permitida durante um período de concessão, entretanto terminado, e foi realizada anteriormente à execução das piscinas de marés. Este lagosteiro fica localizado na parte final do acesso pedonal (Fig. 18), ou seja, aos 116 m do enraizamento deste, e a cerca de 30 m da piscina principal. A sua cota de coroamento é a mesma do acesso pedonal.

Esta estrutura, estando localizada em Domínio Público Marítimo, tal como as outras, está sob alçada da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e constitui património público. Podendo ser alvo de concessão a particulares por períodos máximos de 10 anos, não existe por parte da APA intenção de promover qualquer concurso público para concessão desta estrutura num futuro próximo.

Existem nesta praia outros lagosteiros e pesqueiras de menores dimensões, porém, este é o que apresenta maior potencial para recuperação devido à sua dimensão e estado de conservação.

O seu atual estado é de abandono, estando as suas entradas descobertas e destrancadas e não contendo qualquer fauna marinha dentro. O equipamento tem dimensões de aproximadamente 7 metros (de comprimento) por 10 metros (de largura) e 1,80 metros (de altura) e localiza-se numa falha de uma formação rochosa que constitui a já referida barreira natural de defesa da praia.

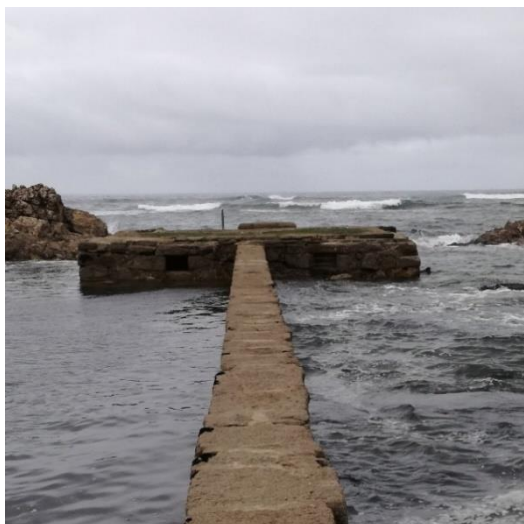


Figura 18 - Vista para poente, sobre o passadiço, do viveiro (ou lagosteiro) (11 de março, 2017).



Figura 19 - Falhas (blocos em falta) localizadas na parte Sul do viveiro. (11 de março, 2017).

O seu abandono poderá ter sido provocado pela localização do mesmo, na mencionada falha, o que leva a uma exposição exagerada da agitação marítima, o que ciclicamente provoca danos nesta estrutura. As últimas intervenções foram realizadas em 2011 e serão necessárias novas reparações de forma a recuperar a sua utilidade e permitir a sua exploração, reparando os buracos causados pelo deslocamento de blocos graníticos (Fig. 19) provocados pela ondulação.

2.1.2.4. Piscina Secundária

Em 1994 foi executada, na Praia do Norte em Viana do Castelo, a construção de uma piscina de marés (Fig. 20), a título experimental, com intenção de posteriores construções que a complementassem.

Esta obra, promovida pela Câmara Municipal de Viana do Castelo. Trata-se de uma piscina de marés, situada no início da zona rochosa da praia, de modo a não reduzir área útil à já pouca extensão de areia que a praia dispõe para uso balnear. Esta escolha de localização leva porém a que aflorem à superfície formações rochosas, no interior da mesma.



Figura 20 - Fotografia panorâmica da piscina secundária (pequena), vista para poente (20 de Maio, 2017).

Tal como sucede na piscina principal, esta estrutura tem reduzida aptidão balnear devido ao assoreamento e acumulação de pedras de pequenas dimensões (Fig. 21) situação que se vem agravando ao longo dos anos, uma vez que, através da dinâmica da subida e descida de marés e da agitação, a areia e as pedras e seixos conseguem entrar, mas não sair.



Figura 21 - Assoreamento e acumulação de pedras no interior da piscina pequena (22 de março, 2017).



Figura 22 - Presença exagerada de algas na piscina pequena, vista para sul (22 de março, 2017).

A segurança e a qualidade (para uso balnear) da água são ainda comprometidas pela presença exagerada de algas (Fig. 22) e por esse motivo afastam os utilizadores da estrutura. A manutenção desta mesma piscina é inexistente.

As dimensões das paredes que formam a piscina, feitas em betão ciclópico com agregados dessa mesma praia, são de 0,70 m de altura e 0,33 m de largura sendo estas dimensões ligeiramente variáveis ao longo da sua extensão, devido a efeitos de erosão marítima.

Existem, na estrutura, descargas de fundo para efeitos de descargas e manutenção, localizados na parede mais a sul da piscina.

Devido à reduzida altura e localização da mesma, a piscina é raramente utilizável. O fundo desta é permeável e a sua localização dista bastante da zona permanentemente molhada, sendo apenas possível o usufruto da estrutura em alturas de preia-mar e por breves minutos, antes que a água escape pelo fundo da piscina, por percolação.

2.1.3. INTERVENÇÃO AO ABRIGO DO POLIS LITORAL NORTE

Foram investidos cerca de 16 milhões de Euros na requalificação das praias do concelho de Viana do Castelo, ao abrigo do programa Polis Litoral Norte, abrangendo as praias de Afife, Paçô, Carreço, Cabedelo, Pedra Alta, Amorosa e Praia do Norte. Todas estas intervenções tem a sua conclusão prevista para o início da época balnear de 2017, proporcionando a esta intervenção urbanística na Praia do Norte o visual ambicionado na Figura 23.

A empreitada na praia em estudo, Praia do Norte, teve início no dia 24 de novembro de 2016 com uma duração prevista de 7 meses. A intervenção com o custo de 2,4 milhões de euros foi comparticipada pelo POSEUR (Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos).



Figura 23 - Modelo 3D da intervenção urbanística na Praia do Norte (Fonte: <http://www.cm-viana-castelo.pt/pt/noticias/obras-na-praia-norte-arrancam-no-proximo-dia-24-de-novembro>).

Esta obra foi classificada não só como empreitada de defesa costeira e proteção de pessoas e bens na frente marítima, mas também como requalificação da frente marítima.

Esta classificação divide a obra em duas vertentes, que ocorrem em simultâneo. A primeira dedicada a obras de infraestruturas de proteção da erosão costeira, outras infraestruturas necessárias e reordenamento do estacionamento. A segunda vertente fica marcada pela criação de praças temáticas, instalação de mobiliário urbano, árvores e vegetação, sinalização e restantes infraestruturas.

Esta intervenção dividirá os 40 000 m² intervencionados por cinco praças com distintas finalidades: praça da cultura e do lazer, praça da praia e do conhecimento, praça do desporto, praça de pedra e praça do lazer e do bem-estar (Fig. 24). Estas novas áreas terão diferentes destinos, como o incentivo à prática desportiva, lazer, complementos ao uso balnear, equipamentos de apoio à interpretação ambiental da envolvente, biológica, geológica, piscatória e terapêutica.



Figura 24 - Planta da intervenção urbanística na Praia do Norte. Da esquerda para a direita, seccionado verticalmente, Praça da Cultura e do Lazer, Praça da Praia e do Conhecimento, Praça do Desporto, Praça de Pedra e do Bem Estar (Fonte: Polis Litoral Norte / Câmara Municipal de Viana do Castelo, CMVC).

O galgamento das ondas na anterior obra longitudinal (Fig. 26) provocou, durante vários anos, graves danos nas estruturas e esplanadas adjacentes. Estes danos foram sendo sempre reparados até à intervenção atual, que com este novo muro de proteção, garante a integridade destas estruturas mesmo em situações de tempestade.

Um dos principais objetivos da intervenção será a construção de um muro de proteção e contenção da linha de costa, devido ao recorrente galgamento da anterior obra longitudinal (Fig. 25), recuando alguns metros e substituindo a anterior obra longitudinal em taludes (Fig. 26) por um muro vertical em betão armado com extensa sapata de fundação (Fig. 27). As estruturas, mais propriamente os dois bares perto da costa, demolidas pela intervenção, foram por vezes afetadas pela ondulação marítima.



Figura 25 - Galgamento da anterior estrutura longitudinal, em taludes (2 fevereiro 2017, 17:21).

A área de intervenção tem cerca de 40 000 m² e prevê quase 300 lugares de estacionamento correntes, 14 para pessoas com mobilidade reduzida e 5 lugares para autocarros.

A área útil de praia está prevista aumentar em cerca de 30%, devido ao recuo e construção do novo muro de proteção e defesa costeira.



Figura 26 - Antiga estrutura longitudinal de defesa, em taludes (20 de Maio, 2017).



Figura 27 - Nova parede vertical de defesa costeira. (20 de maio, 2017).

Ainda nesta intervenção, e ao abrigo da sua vertente de “proteção da erosão costeira”, foi realizada uma alimentação de areias nesta praia de pequena amplitude. Esta alimentação artificial de areia não estava inicialmente prevista em projeto mas graças à existência de quantidades de areia excedentes de intervenções realizadas em Castelo do Neiva, localizado a poucos quilómetros para sul, foram colocados cerca de 6000 a 12000 m³ (estimativa) de areia com o intuito de mitigar os efeitos de erosão costeira e proporcionar um melhor areal para os seus utentes. Esta intervenção será estudada em maior detalhe no subcapítulo 3.4.4.

2.2. FAUNA E FLORA DA ZONA INTERTIDAL

Ao longo de toda a linha de costa, existe uma extensão de área submersa com profundidades até 200 m. Estas áreas, denominadas por plataformas continentais (Fig. 28), são a continuação das placas que originam os continentes e têm extensões de alguns quilómetros. A sua extensão é muito variável ao longo de todo o planeta, sendo a de maior extensão, com 400km, localizada no Canadá.

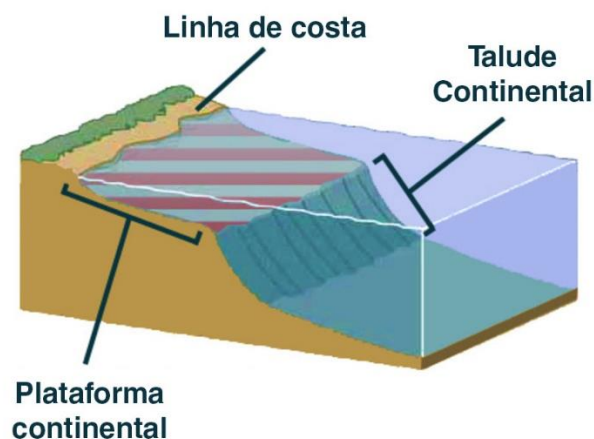


Figura 28 - Ilustração da plataforma continental (Adaptado de: <http://www.institut-ocean.org/rubriques.php?lang=fr&article=1374481253>).

Na região da plataforma continental mais próxima da linha de costa, ou zona litoral, fica situada a zona entre-marés (ou intertidal). Esta faixa de território compreende toda a área que se encontra submersa durante a preia-mar (maré cheia) e exposta ao ar durante a baixa-mar (maré baixa). Esta zona do substrato litoral (Fig. 29) fica compreendida entre a linha máxima de preia-mar e mínima de baixa-mar e pode ser dividida em três faixas com características distintas, andar supralitoral (superior), andar mediolitoral (médio) e andar infralitoral (inferior).

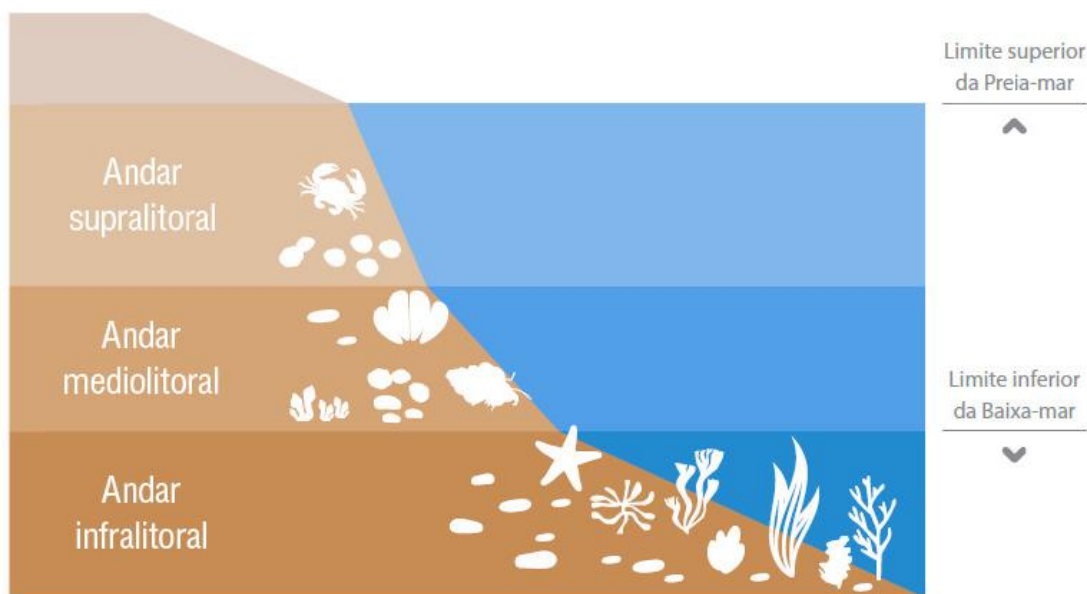


Figura 29 - Adaptado de Ecologia dos Ecossistemas Costeiros, Centro de Monitorização e Investigação Ambiental (CMIA) da Câmara Municipal de Viana do Castelo (CMVC).

Devido às inerentes condições adversas (em termos energéticos) destas zonas, a fauna e flora marinha encontrada nestes locais são, por necessidade, extremamente adaptáveis. Estes habitats passam períodos de tempo completamente submersos, em alturas de maré cheia (preia-mar) ou de tempestade, e portanto expostos à rebentação das ondas de maior ou menor intensidade, dependendo da região em que se encontram. Por outro lado, em alturas de maré baixa, passam períodos de tempo completamente emersos, ficando expostos a fortes radiações solares e altas temperaturas, ou mesmo a ventos gélidos.

2.2.1. ANDAR SUPRALITORAL

Zonas localizadas mais perto da costa, ou seja, que se encontram apenas submersas em situações de maré cheia ou tempestade, gozam de uma variedade de espécies com características mais resistentes. Esta zona é denominada por andar supralitoral. As espécies que populam esta zona necessitam de resistir às perdas de água por evaporação, visto passarem a maior parte do tempo emersos, de manter a temperatura equilibrada e ainda de se defender contra as fortes ações de ondas e predadores.

Na região em estudo, Viana do Castelo, é comum estas zonas serem povoadas por espécies tais como *Littorina neritoides* (Fig. 30 e 31), vulgarmente conhecidos por burriés, *Ligia oceanica*, ou barata-do-mar e também *Verrucaria maura* (Fig. 32), um líquen negro que se assemelha a alcatrão derramado e confere às rochas manchas pretas, característica comum em muitas praias rochosas da região.



Figura 30 - *Littorina neritoides* na parte superior do viveiro (13 de maio, 2017).

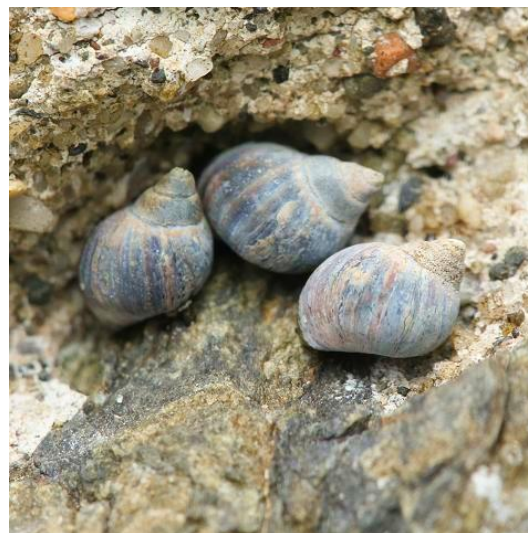


Figura 31 - *Littorina neritoides* (Fonte: http://www.aphotomarine.com/snail_melarthaphe_neritoides_small_periwinkle.html).



Figura 32 - *Verrucaria maura* (Fonte: <http://www.marlin.ac.uk>).

2.2.2. ANDAR MEDIOLITORAL

Por andar mediolitoral compreende-se a extensão de área que é afetada pelo efeito das marés duas vezes por dia. Nesta faixa, as primeiras espécies a manifestar-se vivem agarradas, normalmente a rochas. Na região de Viana do Castelo é característica a presença das espécies *Chtamalus stellatus* (Fig. 33), uma espécie comum de cracas e *Patella vulgata* (Fig. 34), vulgarmente conhecidas como lapas.



Figura 33 - *Chtamalus stellatus* presente no exterior do viveiro (13 de maio, 2017).

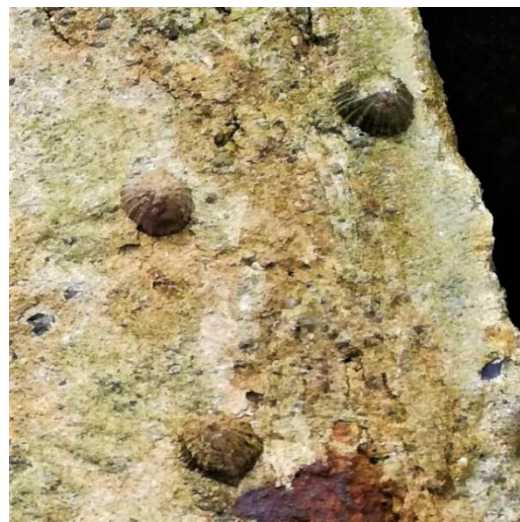


Figura 34 - *Patella vulgata* presente ao longo de todo o passadiço (13 de maio, 2017).

Ainda nesta faixa, um pouco mais abaixo, é comum a espécie vulgarmente conhecida como Mexilhão do Mediterrâneo (Fig. 35). Este molusco bivalve é bastante comum nas rochas da região. Os mexilhões encontram-se agarrados às rochas e em conjunto, de maneira a resistir às ações das ondas e das correntes presentes neste andar mediolitoral.

A presença de algas começa também a fazer-se notar nos limites inferiores deste andar. A espécie de alga castanha, *Fucus spiralis* (Fig. 36), comum nas costas Europeias e Norte Americanas pode ser encontrada em grandes quantidades em toda a região costeira de Viana do Castelo.



Figura 35 - Mexilhão do Mediterrâneo (Fonte: <http://especiesmarinasdeinteresbromatologic.blogspot.pt>).

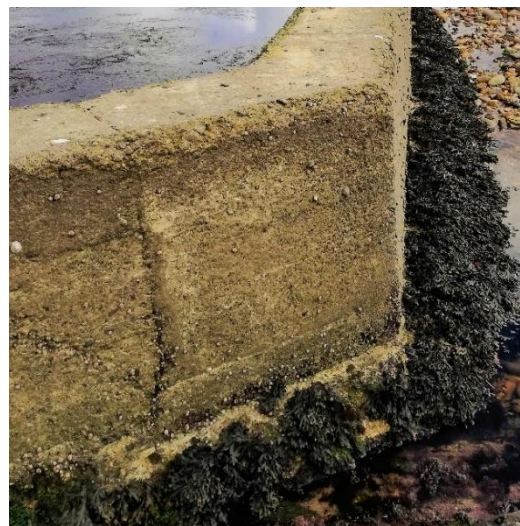


Figura 36 - *Fucus spiralis* existentes em grande quantidade no exterior da piscina grande (20 de maio, 2017).

Neste andar é comum, em zonas rochosas como no caso da praia em estudo em Viana do Castelo, o aparecimento de poças de maré. Estas poças são espaços entre rochas que se encontram quase perpetuamente preenchidos por água (Fig. 37). Enchem quando a maré sobe, mantendo-se assim mesmo depois de descobertos aquando da maré baixa. Por essa razão, é comum encontrar espécies do andar infralitoral nestas poças. No entanto, estes habitats possuem algumas características específicas por conterem uma massa de água pequena. Com a radiação solar, o aumento de temperatura é bastante significativo e o grau de salinidade na água aumenta com a evaporação dessa água. A fauna e flora aí presentes, apesar de não estarem tanto tempo isolados de água, quando a maré sobe o suficiente para inundar de volta esses espaços, sofrem uma variação de temperatura e salinidade substancial e quase instantânea.



Figura 37 - Poça de maré, Praia do Norte (20 de Maio, 2017).

2.2.3. ANDAR INFRALITORAL

Este andar encontra-se predominantemente submerso durante todo o ano. No entanto, o limite superior deste, pode em casos de maré especialmente baixa encontrar-se descoberto. Na costa portuguesa este andar estende-se até aos 20 ou 24 m de profundidade. O limite é fixado pela profundidade máxima onde se encontrem algas fitófilas, que necessitam de bastante luz solar.

Neste andar começa a ser bastante notável a presença de algas, em especial na região costeira em estudo de Viana do Castelo, a qual é conhecida pela existência de grandes quantidades de sargaço, usado para fins cosméticos, terapêuticos e fertilizantes. Algas como *Coralina elongata*, *Gelidium corneum* (Fig. 38), *Chondracanthus acicularis* e *Asparagopsis armata* populam fortemente este andar. Encontram-se também frequentemente na zona de Viana do Castelo espécies de Kelp (algas castanhas gigantes) do género *Laminaria* ou *Saccorhiza* (Fig. 39) que chegam a atingir 3 m de comprimento.



Figura 38 - Interior da piscina de marés em estudo, sobrelotado de algas do género *Gelidium corneum* (20 de maio, 2017).



Figura 39 - Kelp, do género *Laminaria* (à esquerda) e *Saccorhiza* (à direita) (Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/Saccorhiza_polyschides).

A fauna neste andar é também bastante rica e podem ser encontradas, nas praias rochosas da região de Viana do Castelo, espécies como pequenos camarões, do género *Palaemon*, camarão-branco-legítimo (*Palaemon serratus*) (Fig. 40), camarão-da-costa (*Palaemon elegans*) e ainda *Carcinus maenas* (Fig. 41), conhecido por caranguejo verde. É possível também encontrar já neste andar pequenos peixes como o *Lipophrys pholis*, conhecido vulgarmente por “ranhosa”. Este peixe é facilmente encontrado por entre as algas das poças rochosas e habita dentro e fora de água, suportado pelas barbatanas pélvicas. Outro crustáceo que vive na zona intertidal neste andar mais profundo, é o *Pollicipes pollicipes* (Fig. 42). Estes organismos são conhecidos por “percebes” e vivem fixos nas rochas em grupo, de forma a oferecer melhor fixação e resistência às forças do mar, tal como os mexilhões.



Figura 40 - *Palaemon serratus* (Fonte: <http://www.wikiwand.com/pt/Palaemoninae>).

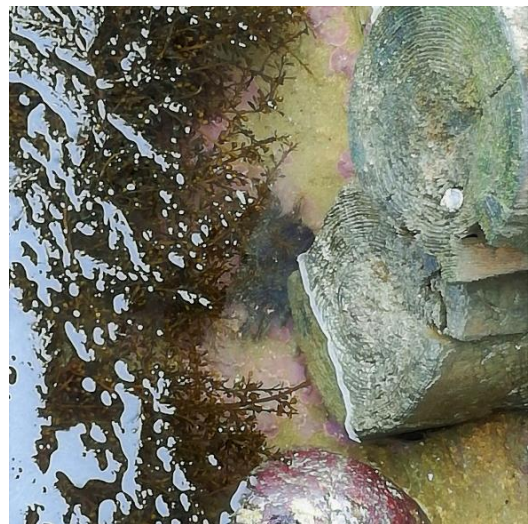


Figura 41 - *Carcinus maenas* na piscina pequena (11 de março, 2017).



Figura 42 - Percebes (*Pollicipes pollicipes*) (Fonte: <http://portaldomar.blogspot.pt>).

2.2.4. OPORTUNIDADES E DESAFIOS

A zona intertidal oferece algumas características especiais que a tornam tão rica e no entanto de tão difícil sobrevivência. A fauna e flora que aí reside é portanto de elevado valor e risco ambiental e deve ser preservada. Soluções como abrigos e recifes artificiais providenciam a estas espécies melhores condições de sobrevivência.

A existência de rochas e materiais grosseiros permite a alocação de animais e plantas que resistem à força das ondas e marés devido à sua forte fixação a estes substratos, como é o caso do mexilhão, das lapas e das cracas, que pouco ou nada se movem. A existência de cavidades nas rochas e bancos de algas também permite o desenvolvimento de certas espécies e auxilia na sobrevivência de juvenis, oferecendo abrigo contra predadores.

As capacidades das zonas intertidais foram desde sempre aproveitadas pelas populações, que sabem o valor que nelas existe. Nestas zonas existem grandes potenciais económicos que podem e devem ser mantidos e explorados.

Na região de Viana do Castelo estas valências específicas de zonas rochosas intertidais são há várias gerações utilizadas para sustento das povoações locais. A apanha e captura de marisco, principalmente ouriços-do-mar, percebes e mexilhão é ainda visível nos dias de hoje, mesmo que seja feita por vezes ilegalmente, nas praias da região. A forte existência de algas foi também, historicamente, muito explorada para fins agrícolas, empregando centenas de “sargaceiras” (Fig. 43) ao longo de toda a costa da zona norte de Portugal.



Figura 43 - Sargaceira, em ambiente natural equivalente ao da praia em estudo
(Fonte: <http://marintimidades.blogspot.pt/2014/10/a-dureza-da-profissao-de-sargaceira.html>).

Por vezes é ainda visível, na praia em estudo, a apanha de algas para uso como adubo, no entanto, as tendências da finalidade destas algas têm vindo a alterar-se para aplicações noutros sectores como a culinária, cosmética e farmacêutica.

3

ESTUDO DE TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO COSTEIRA A CONSIDERAR

3.1. ENQUADRAMENTO

O presente capítulo surge devido à necessidade de estudo de alternativas de intervenções costeiras a considerar para implantação na Praia do Norte. Abrangendo várias intervenções costeiras como: piscinas de maré e naturais, recifes artificiais e mitigação do recuo da linha de costa, por via de alimentação artificial de areia.

Uma breve introdução e explicação destas estruturas e intervenções, bem como casos de sucesso de aplicação em situações semelhantes, servem de base para as propostas apresentadas no capítulo 4.

A escolha das tipologias de intervenção mencionadas deve-se às situações que se acredita possíveis de resolver, na Praia do Norte, sem que estas causem grande impacto social, económico e paisagístico.

3.2. PISCINAS DE MARÉ E NATURAIS

3.2.1. PISCINAS DE MARÉ

Por definição, piscinas de marés são piscinas localizadas à beira mar, mais propriamente na zona entre-marés (zona intertidal). Estas zonas são áreas da costa que estão sujeitas à subida e descida da maré, ficando inundadas em alturas de maré alta (preia-mar) e descobertas em alturas de maré baixa (baixa-mar). Devido a estes efeitos de inundação, as piscinas localizadas nesta zona entre-marés são abastecidas por água do mar a cada ciclo de marés, sendo inundadas na maré alta por água do mar que toma o lugar da que aí ficou armazenada desde a última maré cheia.

Devido à natureza destas estruturas, a sua localização é de extrema importância. Não basta apenas estar localizada na zona entre-marés, é necessário estar localizada num local onde compreenda uma boa relação entre horas passíveis de ser utilizada (entre ciclos de maré alta e baixa), onde não esteja constantemente inundada e ainda estar localizada numa zona onde a água seja renovada ciclicamente, para que não fique muito tempo estagnada.

Localizam-se principalmente em países e locais onde a ação do mar é muito forte não oferecendo por esse motivo condições favoráveis para a prática balnear ou em locais com falta de praias naturais, como no caso de Portugal (Fig. 44), particularmente nas Ilhas dos Arquipélagos da madeira e dos Açores (Fig. 45).

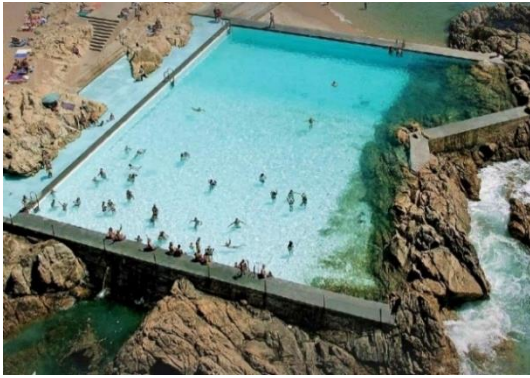


Figura 44 - Piscina de marés, Leça da Palmeira
(Fonte: <http://www.matosinhosport.com/gca/?id=440>).



Figura 45 - Piscina de marés, Caloura, São Miguel, Açores (Fotografia: Raquel Gaspar).

3.2.2. PISCINAS NATURAIS

Estas piscinas podem ter origem antropogénica ou natural (denominando-se por piscinas naturais). Piscinas naturais são originadas por falhas ou depressões nas formações rochosas e são caracterizadas por uma forma irregular. Quando esta massa de água armazenada é de pequena dimensão, é habitual chamarem-se de poças de maré (Fig. 46 e 47).



Figura 46 - Poças de maré, Porto Covo
(https://en.wikipedia.org/wiki/Tide_pool).



Figura 47 - Poça de maré na Praia do Norte
(20 de marco, 2017).

As primeiras piscinas de marés de origem antropogénica começaram por aproveitar poças de maré existentes, apenas escavando e aumentando as falhas ou depressões entre rochas de forma a proporcionar melhores condições de usabilidade (Fig. 48).

O Bogey Hole (Fig. 49), localizado em Newcastle, Austrália, é um bom exemplo histórico deste tipo de estrutura. Escavada numa plataforma rochosa, data de 1820 e foi construída a mando do Tenente-coronel James Thomas Morisset para seu uso pessoal. Posteriormente, esta piscina foi aberta ao público em geral.



Figura 48 - Piscina natural na Nova Zelândia
(Fonte: <http://blog.tepapa.govt.nz/2013/02/16/birds-of-the-poor-knights-islands/>).



Figura 49 - Bogey Hole em Newcastle, Austrália
(Fonte: https://www.tripadvisor.pt/Attraction_Review-g255325-d7257650).

3.2.3. EXEMPLOS EM PORTUGAL

Em Portugal existem várias piscinas naturais e de marés que importam mencionar. Estas destacam-se por diferentes razões, entre interesse natural, arquitetónico/paisagístico ou de lazer, podendo combinar vários desses fatores na mesma estrutura.

Existem dezenas de piscinas naturais e de marés nos arquipélagos da Madeira e dos Açores devido às suas características vulcânicas, frequentes formações rochosas nas praias, praias de calhau rolado e forte agitação marítima. Algumas dessas piscinas e infraestruturas de apoio são de carácter privado, permitindo o acesso apenas a membros do clube e hóspedes de hotéis ou mediante pagamento de entrada, por pessoa, financiando desta forma a manutenção e assegurando a qualidade de tais estruturas. No entanto, é possível encontrar frequentemente piscinas públicas com e sem infraestruturas de apoio, como balneários ou nadador salvador ao longo da costa destes arquipélagos.

Alguns exemplos ilustres de estruturas deste tipo com forte adesão do público, nestes arquipélagos, são piscinas como as de Porto Moniz, Madeira (Fig. 50), Poça do Gomes no Funchal, Madeira (Fig. 51), Piscinas Naturais de Mosteiros em São Miguel, Açores (Fig. 52), ou as inúmeras piscinas públicas espalhadas junto à costa.



Figura 50 - Piscinas de Porto Moniz, Madeira. (Fonte: <http://www.madeira-web.com/PagesP/beaches/porto-moniz.html>)



Figura 51 - Poça do Gomes, Madeira (Fonte: <http://www.europa.com.br/5-incriveis-piscinas-naturais-ao-redor-do-mundo/>).



Figura 52 - Piscinas Naturais de Mosteiros, Açores (Fonte: <http://olhares.sapo.pt/mosteiros-piscinas-naturais-foto3013798.html>).

Apesar de não serem tão frequentes como nos arquipélagos, é possível mencionar alguns casos relevantes de piscinas em Portugal Continental.

De destacar, a norte de Portugal e a poucas dezenas de quilómetros da zona em estudo, as piscinas de maré de Leça da Palmeira, Monumento Nacional desde 2006 e projetadas pelo arquiteto contratado Álvaro Siza Vieira, num dos seus primeiros trabalhos como arquiteto.

Também as Piscinas Municipais da Granja (Fig. 53), que apesar de não serem piscinas de maré, apresentam dimensões semiolímpicas em piscinas abastecidas diretamente com água oceânica, bem como também dispõe de uma piscina coberta e aquecida.



Figura 53 - Piscinas Municipais da Granja. (Fonte: <http://jfa.simply-webSPACE.com.pt/index.php?mod=conteudo&id=37&op=22&ops=37>)

3.3. RECIFES ARTIFICIAIS

3.3.1. INTRODUÇÃO

Por recifes artificiais entendem-se estruturas aquáticas, criadas pelo ser humano, com várias finalidades possíveis, por vezes combinando múltiplas finalidades na mesma construção. As suas finalidades podem ser de carácter recreativo (mergulho recreativo), intensificação da fauna (para aumento da atividade piscatória) ou ainda de incentivo a novas colonizações na zona em que são inseridos.

Sendo a preservação da diversidade das formas vivas um dos objetivos principais das políticas ambientais, o homem viu nesta solução uma maneira de aumentar a atividade piscatória sem que esta constituísse um impacto para a quantidade e diversidade da fauna existente.

Esta capacidade, de atrair formas de vida aquática, associada a estruturas submersas é conhecida por todos os povos com tradição pesqueira (Fig. 54). O primeiro registo escrito provém do Japão. De acordo com Ino (1974), por volta dos anos 1789-1801, um pescador da aldeia de Manzai (Ilha de Awaji, Japão), quando pescava com um gochi-ami (pequena rede de cerco) capturou por acaso milhares de pargos junto aos destroços de um navio afundado.



Figura 54 - Pescadores locais instalando recifes artificiais em bambu na cidade de Catanauan, Filipinas.
(Fonte: Quezon Public Information Office)

Após a remoção desses destroços, a comunidade piscatória local reparou que o local deixou de ser habitado pelos habituais cardumes. Após esta experiência, essa comunidade decidiu afundar várias estruturas de madeira e bambu amarradas a sacos de areia, constatando que poucos meses depois os cardumes tinham voltado maiores ainda, do que os existentes antes da remoção do navio afundado.

Comprovou-se que o ruído provocado por estas estruturas atrai os peixes e aliado ao facto de os materiais usados na sua construção serem de elevada importância para as comunidades de invertebrados, reúnem-se as condições ideais para a fixação de ecossistemas de peixes e seus alimentos.

3.3.2. TIPOS E MATERIAIS

Existem inúmeras configurações e materiais (Fig. 55 e 56) utilizados na construção de recifes artificiais podendo ir desde simples estruturas em bambu a complexas estruturas de betão.



Figura 55 - Recife artificial em bambu, Filipinas
(Fonte: <http://isumat.com/artificial-bamboo-reefs-revive-marine-life-in-southern-leyte-town/>).

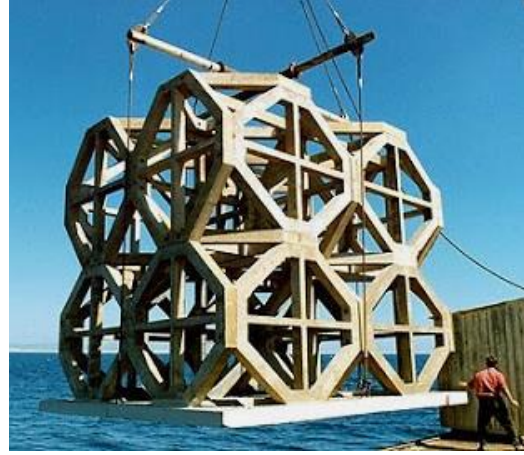


Figura 56 - Recife artificial em betão (174 m²)
Algarve, Portugal (Fonte: <http://cardumebrasil.blogspot.pt/2010/09/>).

São muitas vezes utilizados resíduos ou excedentes (materiais de oportunidade), como pneus (Fig. 57), tijolos, condutas ou sucata (carroçarias, aviões, navios ou até tanques de guerra desativados) (Fig. 58 e 59). Estes materiais devem ser alvo de cuidados de limpeza e remoção de substâncias tóxicas tais como óleos, que possam contaminar as águas onde vão ser inseridos. As estruturas metálicas (ou sucata) são muito bem aceites pela fauna devido à sua complexidade estrutural, facilidade de fixação de invertebrados e elevados níveis de ferro, altamente procurado pelas culturas que aí se alojam.



Figura 57 - Recife artificial em pneus (Fonte: <http://morefundiving.com/artificial-coral-reefs/>).



Figura 58 - Recife artificial feito com sucata de um avião Cessna 414 (Fonte: <https://subseasystems.blogspot.pt/2014/01/>).



Figura 59 - Recife artificial feito com tanque de guerra desativado
(Fonte: <https://reefbuilders.com>).



Figura 60 - Esculturas subaquáticas para fins de mergulho recreativo, funcionado também como recifes artificiais
(Fonte: <http://blogs.nicholas.duke.edu>)

Existem também, espalhados pelo mundo, vários recifes artificiais criados para efeitos de mergulho recreativo. Alguns dos exemplos de aplicações de recifes artificiais para efeitos de lazer, mais notáveis, são construídos com esculturas de betão submersas (Fig. 60).

3.3.3. SITUAÇÃO EM PORTUGAL

Os primeiros registos de implantação de recifes artificiais em Portugal datam de 1983, na ilha da Madeira. Estas experiências foram realizadas com carroçarias de carros, pneus e antigos barcos de madeira. Mais recentemente, em julho de 2016 foi afundada ao largo da ilha do Porto Santo a Corveta NRP General Pereira d'Eça (Fig. 61), com o principal propósito de providenciar uma experiência única aos mergulhadores de recreio (Fig. 62).



Figura 61 - Corveta afundada na ilha da Madeira
(Fonte: <https://funchalnoticias.net>).



Figura 62 - Mergulhadores de recreio a explorar a Corveta após o afundamento. (Fonte: <https://funchalnoticias.net/tag/corveta>)

É também de salientar a importância e relevância da região do Algarve na construção e implementação de recifes artificiais.

Desde 1990 que se têm implantado módulos de recifes na região Algarvia tendo começado apenas por dois recifes piloto, instalados pelo Instituto Português das Pescas, Investigação e do Mar (IPIMAR) e com o intuito de avaliar os impactos ambientais, retornos piscícolas e aumento de fauna resultantes da sua implantação.

Baseados nos resultados obtidos, subsequentes módulos foram introduzidos na costa Algarvia (a profundidades sempre superiores a 15 m) e perfazendo um total de 7 complexos de recifes. Cada um destes complexos é composto por um mínimo de 2940 módulos de pequenas dimensões (3 toneladas cada) e 36 de grandes dimensões (40 toneladas cada) (Fig. 63) perfazendo um total de 20748 módulos e ocupando de forma descontínua, uma área de cerca de $43,5 \text{ km}^2$.

Este projeto foi financiado pela Comunidade Europeia (75%) e pelo Estado Português (25%).

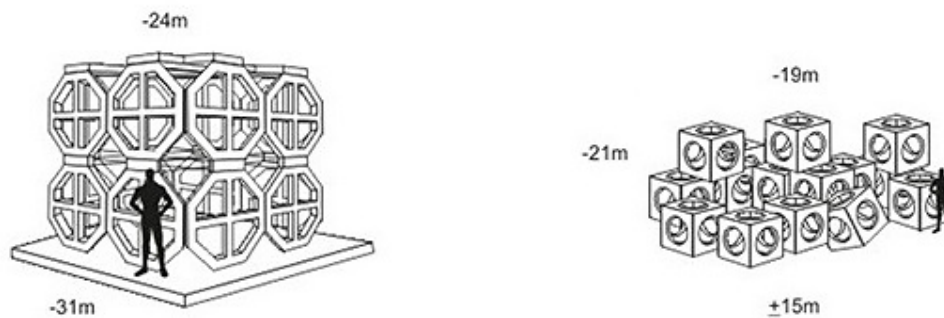


Figura 63 - Recifes artificiais utilizados no Algarve e dimensões médias (adaptado).
(Fonte: <http://www.openwaters-dive.com/recifes-artificiais.html>).

3.3.4. EVOLUÇÕES E TENDÊNCIAS

Desde o início da utilização de recifes artificiais que o ser humano procura maneiras de aperfeiçoar estas estruturas (Fig. 64) de suporte à pesca ou recreio com o intuito de aproveitar da melhor forma os materiais disponíveis, custos, área ocupada e potencial haliêutico.

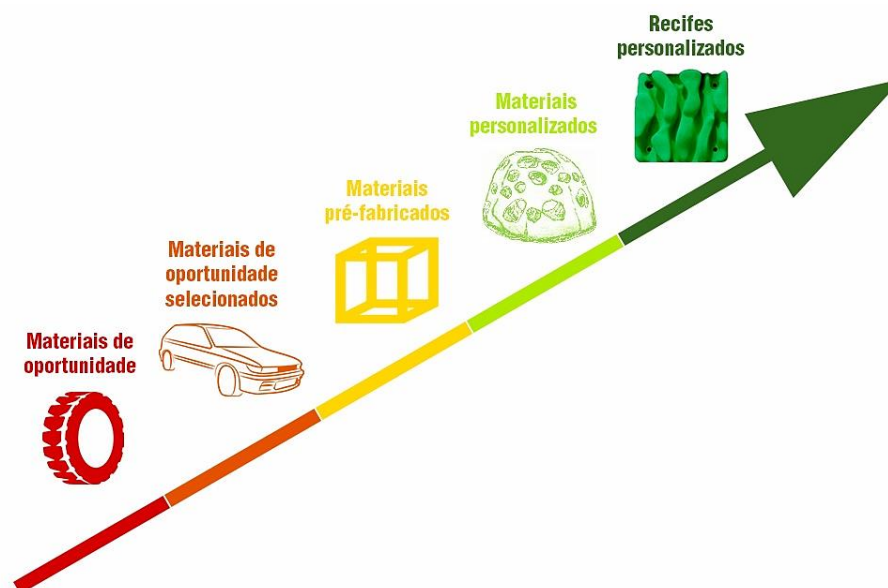


Figura 64 - Evoluções históricas nos recifes artificiais.

Nos primórdios destas estruturas eram utilizados materiais de oportunidade, como sucata, resíduos (como tijolos, tubagens ou pneus) ou excedentes de produção. Estes materiais passaram depois a ser selecionados e limpos, retirando dos mesmos gorduras ou materiais tóxicos que pudessem causar danos no ambiente em que eram inseridos.

Posteriormente, com os avanços da construção e consequente diminuição do preço do betão, estas estruturas começaram a ser maioritariamente pré-fabricadas, eliminando-se assim algumas das preocupações ecológicas ainda presentes e garantindo uma maior disponibilidade de blocos e configurações. Estes blocos pré-fabricados são predominantemente construídos em betão e apresentam grandes resistências e durabilidade.

Recentemente as empresas especializadas em pré-fabricação de recifes artificiais têm vindo a desenvolver estruturas com desenhos e materiais para fins específicos como por exemplo, a melhoria das condições da criação de ostras.

Empresas como a Sandbar Oyster Company (Carolina do Norte, EUA), com recurso a um substrato patenteado, conseguem a criação de uma determinada espécie de ostra com grande potencial no mercado da alta cozinha. Existem também estudos a nível nacional (Prata, 2010) que atestam as vantagens do uso de aditivos no betão como lamas não tóxicas provenientes de ETARs, borras de café ou agregados das Minas de Moncorvo, que devido ao seu alto teor de ferro, aceleram a fixação e aceitação das estruturas pela fauna marinha.

Por último, tem-se vindo a verificar uma tendência no uso de impressoras 3D, de maneira a criar novas formas mais complexas, com criação de estruturas cada vez mais adaptadas à envolvente onde vão ser colocadas. Isto deve-se à possibilidade de personalizar de maneira diferente cada um dos blocos impressos e ainda à possibilidade de criação de formas sem as limitações impostas por cofragens.

De realçar que muitos destes trabalhos mais recentes possuem um enfoque muito grande na utilização destas novas tecnologias de impressão 3D, privilegiando em demasia a estilização e o aspeto visual destas novas estruturas em detrimento dos aspetos estruturais e biológicos das mesmas, tão importantes para o equilíbrio da biodiversidade. Existe, no entanto, grande potencial nesta nova abordagem e fortes crenças que estas soluções representem o futuro dos recifes artificiais.

3.4. MITIGAÇÃO DO RECUO DA LINHA DE COSTA

3.4.1. RECUO DA LINHA DE COSTA

Nos finais do século XIX, começou a observar-se uma propensão para a regressão da linha de costa, relatadas como “invasões do mar”. Este recuo está normalmente associado à diminuição do fluxo sedimentar devido às ações antrópicas, como a construção de barragens, extração de areias de rios e albufeiras, a atividades agrícolas e a execução de infraestruturas portuárias. O recuo da “linha de costa” está também associado como efeito colateral da subida do nível médio da água do mar.

O posicionamento da “linha de costa” (entendida como a interação entre o plano médio das águas e o plano terrestre) depende da ocorrência de fenómenos como os períodos glaciares e interglaciares e as regressões e transgressões marinhas, ambos associados a subidas e descidas do nível da água do mar; movimentos tectónicos responsáveis pela elevação ou pelo afundamento das zonas litorais; e da combinação de diversos fatores como os processos hidrodinâmicos (ondas,

marés, correntes costeiras), os sedimentos (natureza, dimensão, disponibilidade), as características geomorfológicas (praias, arribas, estuários, lagoas e ilhas barreira), as alterações climáticas, e a intervenção antrópica.

3.4.2. SUBIDA DO NÍVEL MÉDIO DA ÁGUA DO MAR

As alterações climáticas, dependendo da sua origem, podem ser antrópicas ou naturais. Sendo que as de origem natural se verificam muito mais lentamente e as antrópicas apresentam as suas consequências rapidamente. Estas alterações acarretam impactos consideráveis nas zonas costeiras, como a subida do nível médio da água do mar, o aumento de temperatura média do mar, o aumento da acidez do mar, variações de salinidade, em alterações do clima de agitação marítima e na circulação oceânica (Duarte Santos *et al.*, 2014). A subida do nível médio da água do mar provocada pelo aumento da temperatura média global da atmosfera à superfície resulta da dilatação térmica do oceano, do degelo dos glaciares e campos de gelo (*ice fields*) das montanhas, dos mantos de gelo (*ice sheets*) da Gronelândia e da Antártica e das plataformas de gelo (*ice shelves*) das regiões polares (Duarte Santos *et al.*, 2014).

Segundo o quinto e mais recente relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014), é “altamente provável” que o nível médio da água do mar, apesar de não homogeneamente, suba em mais de 95% da área oceânica. É também “altamente provável” o aumento da frequência de fenómenos extremos e que a subida do nível médio da água do mar aumente do registado entre 1993-2010 [de 2.8 a 3.6 mm/ano] para valores que rondem os 8 mm/ano para o ano de 2100.

3.4.3. MITIGAÇÃO DO RECUO POR VIA DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE AREIAS

Segundo Veloso Gomes *et al.*, (2009), na costa ocidental portuguesa o transporte de sedimentos feito pelas ondas oblíquas pode alcançar os 2 milhões de m³ por ano. Neste cenário, caso não existam obras de retenção suficiente ou não existam novas fontes de sedimentos para reabastecer a areia transportada nas praias da costa ocidental Portuguesa, o areal destas entrará em deficit sedimentar (também conhecido como balanço sedimentar negativo).

A alimentação artificial de areias ocorre na maior parte dos casos, em cenários de mitigação dos processos de erosão. A interferência e interceção dos processos naturais de transporte sedimentar provocada pelas estruturas criadas pelo homem (como esporões, portos e molhes), bem como a redução dos volumes sedimentares de origem fluvial provocada por barragens, obriga em muitos casos a recorrer a intervenções de alimentação de areia.

Pode no entanto, ter outras motivações, como alocação de excedentes de operações de dragagem ou de construção. Neste caso aproveitam-se estes volumes de areia para aumentar os areais das praias e atrasar efeitos de erosão ou apenas para melhoramento das condições balneares destas.

São conhecidas, na atualidade, várias técnicas para a alimentação artificial de areias, dependendo na localização da alocação de areias e do seu meio de transporte e deposição.

Segundo Veloso Gomes *et al.*, (2009), a origem destas areias deve ser procurada junto a acumulações nas áreas a barlar ou nas intervenções de manutenção de canais de navegação, respeitando sempre os critérios de qualidade impostos pela legislação em vigor. A granulometria das areias também deverá ser controlada. É desejável que as operações de alimentação utilizem areias com granulometrias próximas das existentes no troço a alimentar. As praias alimentadas com granulometrias mais elevadas serão mais estáveis mas mais declivosas, induzindo novos

perfis com possíveis implicações a nível de comodidade e segurança balnear. Praias alimentadas com granulometrias menores serão potencialmente mais instáveis e por conseguinte os volumes colocados tenderão a ser levados mais rapidamente pelas ações do mar.

Existem várias técnicas para a colocação artificial de areias, mais ou menos eficientes e com diferentes custos associados, dependendo das condições que a empreitada está sujeita. Entre estas condições estão, a distância da origem dos sedimentos e os acessos marítimos ou terrestres, que podem inviabilizar ou não algumas dessas diferentes técnicas.

Uma das técnicas mais usadas na costa portuguesa, dependendo das características da área intervencionada, são as descargas por via marítima de areia em zonas submersas perto da costa (Fig. 65 – a). Esta areia apesar de ser a que apresenta menores custos associados, depende da agitação da costa oeste portuguesa, que irá, com maior ou menor eficácia, arrastar as areias das zonas submersas para a costa, de forma a reabastecê-la e criar assim um novo perfil de praia (reperfilamento).

Por meio marítimo também tem vindo a ser utilizada, como alternativa, a repulsão por *pipelines* (Fig. 65 – b). Esta areia é transportada por via marítima e bombada para terra com recurso a tubagens flutuantes ou imersas. O reperfilamento da praia pode ser controlado pelo homem pela orientação e colocação das tubagens associadas à bombagem desta mistura água-areia.

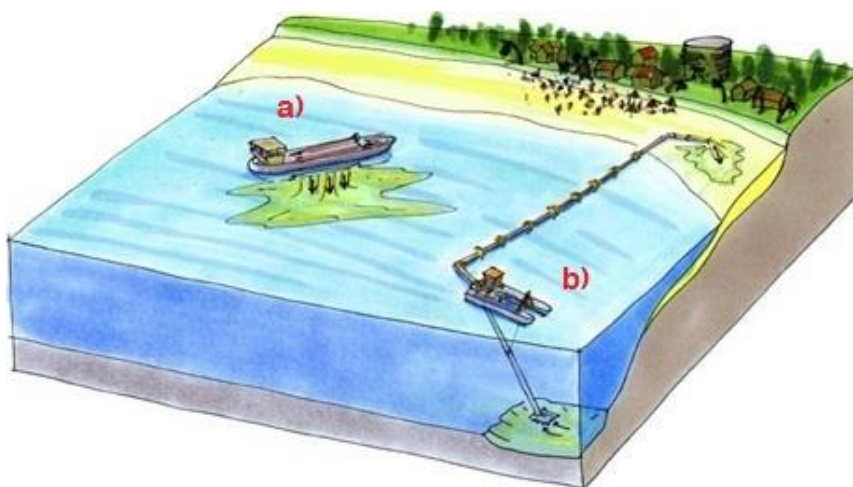


Figura 65 - Métodos de alimentação artificial de areia por via marítima. a) descargas junto á costa.
b) alimentação por repulsão (Fonte: Stronkhorst *et al.*, 2013).

Em alternativa, por via terrestre, o transporte pode ser efetuado por camiões dumper (Fig. 66). Esta técnica está maioritariamente associada a volumes mais pequenos. Estão relacionados com este método vários inconvenientes, tais como os níveis de trânsito gerado e os estragos nas vias, provocados tanto pela excessiva passagem de camiões nestas, como os derramamentos de água associados ao transporte, que provocam corrosão nas estradas devido aos níveis de salinidade.

O reperfilamento da praia é efetuado pela ripagem de areias em conjunto com ação marítima, podendo controlar o critério de distribuição de areias na extensão da praia, mas deixando que a ação das ondas e marés trace o perfil final (Fig. 67).



Figura 66 - Camião dumper a efetuar descarga de areia numa intervenção na praia de Miami, EUA (Fonte: <https://www.theverge.com/2016/11/17/13660014/miami-beach-sand-erosion-nourishment-climate-change>).



Figura 67 - Areia colocada na intervenção da Praia do Norte, à espera que a ação marítima confira ao areal um novo perfil (13 de Maio, 2017).

3.4.4. SITUAÇÃO NA PRAIA DO NORTE

A Praia do Norte em Viana do Castelo é uma das muitas praias que se encontra numa situação de recuo da “linha de costa” devido a efeitos de erosão e transporte de sedimentos para sul, graças às correntes de deriva litoral da costa oeste portuguesa.

Neste caso, o recuo da “linha de costa” deve-se à falta de sedimentos para reposição do areal, a norte desta praia, de onde as correntes de deriva litoral têm mais significado.

Imediatamente a norte da Praia do Norte, em estudo, predominam afloramentos rochosos (conhecidas por “Pedras Ruivas”) com elevado interesse geológico.

Estes afloramentos rochosos apresentam enorme valor cultural e geológico, estando até classificados como monumento natural do Geoparque Litoral de Viana do Castelo e galardoados com o prémio Geoconservação 2016. Estas formações rochosas, no entanto, não constituem fonte sedimentar para efeitos de reposição de areias graças à sua extensão de quase 4 km para norte da praia em estudo. (Fig. 68).



Figura 68 - Fotografia aérea da Praia do Norte e distância relativa ao areal mais próximo, a norte
(Fonte: Google Maps).

Estando cientes deste *deficit* sedimentar, foi efetuada na intervenção de “defesa costeira” ao abrigo do programa POLIS (referida no subcapítulo 2.1.3) uma alimentação artificial de areias nesta praia. Esta alimentação artificial, de pequenas dimensões (volumes estimados na figura 69), teve como objetivo não só a mitigação dos efeitos de erosão, mas também a melhoria do areal, aumentando a sua extensão e diminuindo a sua granulometria média (dimensão média dos grãos de areia). Os valores apresentados não foram confirmados pelas entidades competentes, no entanto oferecem uma estimativa que se acredita relevante para um valor total, referido pelas entidades, a rondar os 30 000€ e para custos por m^3 próximos dos praticados correntemente.

	30 000 €		
custo estimado	2,50 €/m ³	5,00 €/m ³	
volume estimado	12 000 m ³	6 000 m ³	
	2400 viagens	1200 viagens	Camião 5 m ³
	1500 viagens	750 viagens	Camião 8 m ³
	nº viagens estimadas		

Figura 69 - Estimativa de volumes e viagens para valores correntes.

Segundo Veloso Gomes *et al.*, (2009), o transporte por via terrestre tem impactos negativos significativos pelo tráfico que gera, só sendo viável para pequenos volumes relativos e quando os acessos são favoráveis.

A areia em questão, transportada com recurso a camiões, foi transportada por via terrestre desde o seu local de origem, Castelo do Neiva (cerca de 10 km a sul desta praia).

Apesar de, nesta intervenção, o volume transportado não ser extraordinariamente grande, ainda foram abundantes as viagens de ida e volta, desde a Praia do Norte até ao local de depósito, em Castelo do Neiva.

É necessário ter em conta que estes transportes, por vezes, derramam alguma da água salgada transportada com a areia e podem assim danificar o pavimento, não só pelas centenas de viagens associadas ao seu transporte mas também pela corrosão provocada pela salinidade destes derrames. O trânsito gerado também pode, em alguns casos, ser significativo, devendo ser evitado o transporte destes sedimentos em horas de ponta e dias com maior afluência a estas zonas balneares (fins de semana e feriados).

Atendendo ao referido no subcapítulo 3.4.3, é também aconselhável a utilização de areias de granulometria semelhante ou próxima nestas intervenções. Em situações de alimentação com areia de dimensões médias mais finas, como é o caso, é expectável que o perfil gerado seja instável e a areia colocada não resista muitos anos, sendo transportada rapidamente para sul devido à ação das correntes de deriva litorais.

É necessário então estudar a necessidade de intervenções futuras mais adequadas às condições locais, ou o agendamento periódico do reabastecimento deste areal, caso seja do interesse das entidades competentes manter a sua granulometria mais baixa para efeitos de conforto dos utentes desta praia.

4 ANÁLISE DE PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As intervenções que se passam a apresentar são apresentadas de uma forma modular, ou seja, permitem que seja escolhida apenas uma, ou várias, das melhorias propostas. Possibilita-se assim que esta evolução seja feita em diferentes fases, conforme as prioridades e financiamento disponível para esses efeitos.

A modelação desta praia e suas estruturas foi baseada nos levantamentos disponíveis em anexo, em fotografias aéreas e nas muitas medições realizadas no local. Apesar de não ter sido possível a realização de levantamentos topográficos mais fidedignos, com recurso a um topógrafo, considera-se que o modelo 3D desenvolvido no software Unity 5.0 (Fig. 70) se assemelha com bastante precisão à situação real (Fig. 71).

Assim sendo, serão apresentadas 5 propostas de expansão modulares, apresentando as suas características e benefícios. Será também analisada a situação de “não intervenção” e consequências que daí podem advir.

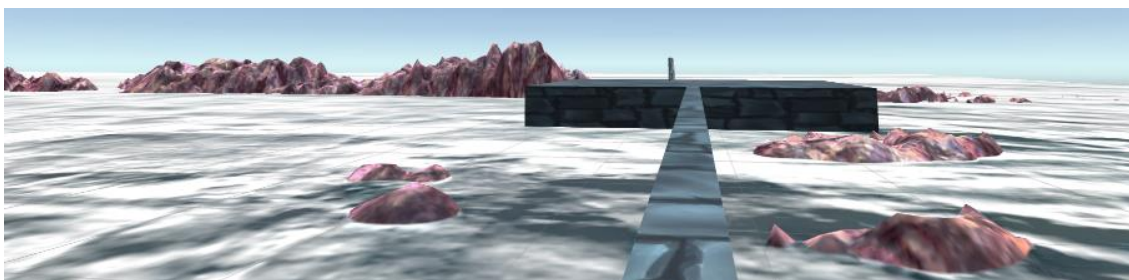


Figura 70 - Simulação no software Unity 5.0, da mesma perspectiva.

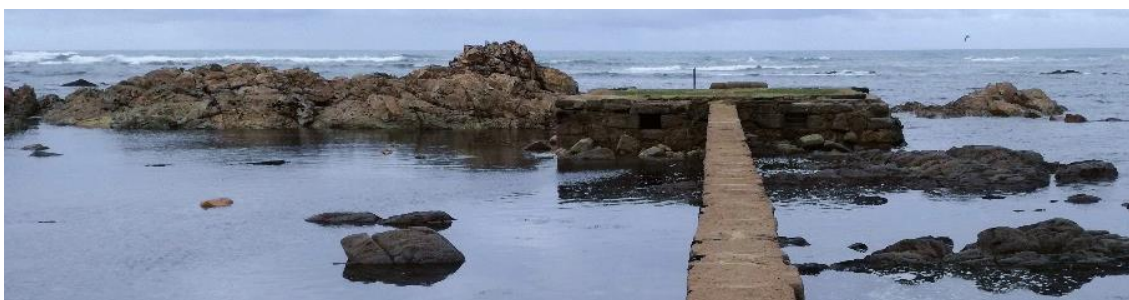


Figura 71 - Fotografia do viveiro e envolvente, vista para poente (11 de março, 2017).

Estas intervenções acompanhar-se-ão de representações 3D, modeladas no software Unity 5.0 para situações de preia-mar, maré-média e baixa-mar. Procurou-se que as estruturas marítimas e terrestres se assemelhassem o mais possível à realidade, tendo em conta os dados fornecidos pelas entidades públicas competentes (CMVC, POLIS Litoral e APA).

Encontram-se ainda em anexo representações das referidas propostas para situações comuns de baixa-mar, preia-mar e período médio, entre marés.

Sendo a segurança o fator mais crítico nas estruturas existentes será aconselhável que qualquer expansão ou reabilitação destas seja acompanhada pela Proposta 1, que visa a expansão do passadiço de acesso e o melhoramento da manutenção à qual estas estruturas estão sujeitas.

De forma a não perturbar os ecossistemas, ou até fortalecendo-os, é apresentada uma proposta de reabilitação do viveiro que acompanha estas estruturas balneares, bem como uma solução de revestimento das estruturas existentes e futuras, com recifes artificiais.

As diferentes configurações possíveis encontram-se representadas no quadro da figura 72. De notar que o carácter facultativo da Proposta 5 (Recuperação de viveiros e implementação de recifes artificiais), passível de ser implementando em qualquer configuração, duplica o número final de configurações possíveis, perfazendo um total de 12.






















Configuração						 Facultativo, pode ou não ser construído em qualquer configuração  Construído nesta configuração	
1	2	3	4	5	6		
						PROPOSTA 1	Acesso pedonal, regularização e manutenção do existente
						PROPOSTA 2	Expansão do solário
						PROPOSTA 3	Piscina Regulamentar
						PROPOSTA 4	Piscina "infinita"
						PROPOSTA 5	Recuperação dos viveiros e implementação de recifes artificiais

Figura 72 - Configurações possíveis com as 6 propostas apresentadas.

4.2. ANÁLISE DE “NÃO INTERVENÇÃO”

A opção de não intervir na situação existente, apesar de ser a mais simples e que evita os entraves relacionados com o licenciamento em Reserva Ecológica Nacional, pode acarretar graves consequências. Como já descrito em maior detalhe no capítulo 2, as situações de falta de segurança são alarmantes. Não só a da estrutura em si, como a segurança dos próprios utentes está em risco na situação atual e tende a agravar-se com a negligência nas necessidades de intervenção e manutenção, que estas estruturas carecem.

Não deve ser esquecido o carácter experimental da construção destas piscinas e atender ao facto que este tipo de estrutura marítima requer intervenções sucessivas, sendo normalmente atingido o objetivo requerido após várias “iterações” (de intervenções), algo que nunca aconteceu nas estruturas da Praia do Norte desde que foram construídas há mais de duas décadas.

Outro fator que não pode ser negligenciado é a subida do nível médio da água do mar (NMM). Tendo em conta os valores médios da subida do NMM analisados no subcapítulo 3.4.2 para os anos de 1993-2010 [de 2.8 a 3.6 mm/ano] e estimando para um valor intermédio de 3 mm/ano, admitindo ainda que estes se adequam à situação da zona em estudo e dado que as estruturas aqui mencionadas foram projetadas e construídas há mais de 20 anos, será necessário proceder a um aumento das cotas de coroamento destas.

A subida do nível médio da água do mar é apenas um dos fatores que leva à necessidade deste aumento de cota, o assoreamento e desgaste das estruturas, referidos no subcapítulo 2.1.2, são outros dos fatores mencionados e analisados que levam a esta inevitabilidade.

Não potenciar ainda mais a intervenção urbana realizada nesta praia seria também um grande erro. As acessibilidades, as estruturas de apoio e estacionamento agora existentes nesta praia, combinados com uma melhoria da zona balnear, torná-la-ia mais apelativa e traria um acréscimo de utilizadores. Como consequência, seria reduzida automaticamente a afluência excessiva às praias localizadas alguns quilómetros a norte, o que suavizaria não só os congestionamentos de trânsito registados durante a época balnear nesses acessos, bem como o estacionamento desregulado verificado nas praias a norte.

O abandono das estruturas históricas desta praia, como o viveiro aqui em estudo e outros pesqueiros mais pequenos situados a norte, pode também ser um erro. A exploração destas estruturas pode ser um fator atrativo para a gastronomia dos bares e restaurante a inaugurar em 2017.

Este abandono contraria a atual tendência turística e gastronómica que tem vindo consequentemente a registar aumentos em Viana do Castelo, podendo assim, em conjunto com o resto das infraestruturas em atual construção, e os aqui descritos, fomentar um aumento de turismo nesta região.

4.3. PROPOSTA 1

Tendo como base o fator segurança assume-se que, o módulo de intervenção agora proposto será sempre prioritário. Analisando os fatores negativos das estruturas existentes é de salientar que a falta de segurança destas estruturas é a principal causa da sua baixa procura e consequente abandono.

A atual propensão de inércia face às intervenções necessárias, aqui analisadas, poderá agora rumar noutro sentido. Constantemente são relatados problemas em estruturas marítimas, que apesar de apresentarem fácil e acessível resolução, são deixados à mercê da força da natureza, culminando, por vezes, em destruição total ou parcial destas ou, pior ainda, em lesões e fatalidades por parte dos utentes destas.

Por vezes, a destruição destas estruturas, apesar de se encontrarem em locais ou situações de risco, fica-se apenas por bens materiais. Tal é o caso do “bar mais bonito do mundo”, na ilha do Pico, Açores (Fig. 73). O Cella Bar foi construído numa zona de risco, identificada no Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) da Ilha do Pico como um local previsivelmente inseguro por parte das ações marítimas, acabando por ser parcialmente destruído pela ondulação significativa “invulgar” de quase 8 m de altura, em fevereiro de 2017. Em conjunto com este bar, foi destruído um museu, vizinho deste.



Figura 73 - Cella Bar, parcialmente destruído pelas ações marítimas, 27 de fevereiro 2017 (Fonte: <http://www.dn.pt/artes/interior/mar-destruiu-o-bar-mais-bonito-do-mundo-5694831.html>).

O acidente retratado na Figura 71 ficou circunscrito apenas à destruição de bens materiais, no entanto, é bastante comum encontrar na comunicação social desfechos mais trágicos, como casos de lesões ou fatalidades de transeuntes em arribas ou outros acessos pedonais inseguros.

4.3.1. ACESSO PEDONAL

De forma a combater as questões de insegurança, ao nível do acesso pedonal, da piscina principal e viveiro, é apresentada uma solução de melhoria destas. As questões de longevidade e segurança são de principal importância para a formulação desta proposta.

Como relatado em maior detalhe no capítulo 1, o atual acesso pedonal (Fig. 74) foi construído por iniciativa privada e como acesso ao lagosteiro pré-existente, sendo apenas mais tarde adaptado para também servir os utentes da piscina principal. Atualmente carece de condições de segurança, de estabilidade e trânsito pedonal. Este acesso pedonal conta com uma largura deficiente, cerca de 0,6 m, bem como apresenta falhas no núcleo com tendência a agravar e para além do mais sem qualquer manutenção prevista por parte das entidades competentes.

É aconselhável que, numa futura intervenção (Fig. 75), a largura útil deste acesso seja aumentada, aproveitando sempre a construção já existente, para um valor mínimo de 1,20 m, o dobro do encontrado presentemente. Este valor tem como base os valores fixados no Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE) para as larguras regulamentares, mínimas, para saídas de evacuação com duas unidades de passagem (possibilitando a passagem em simultâneo de duas pessoas, uma para cada sentido).

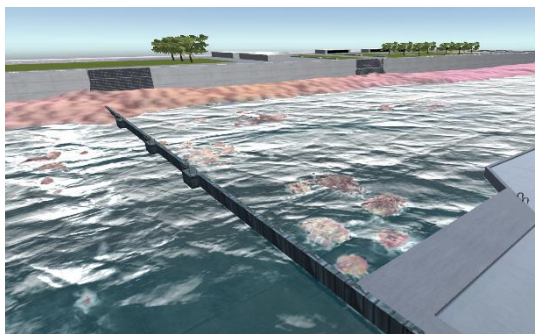


Figura 74 - Modelação do atual passadiço de acesso à piscina principal.

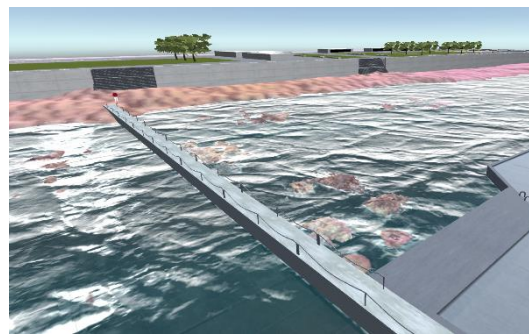


Figura 75 - Modelação da expansão do acesso pedonal.

Ainda tendo em vista a questão de segurança dos utilizadores, propõe-se a instalação de corrimões ao longo deste acesso, que, em certos pontos da sua extensão, chega a ultrapassar alturas de queda de 1,5 m. Os corrimões em questão deverão ser compostos por correntes de aço (Fig. 76) ou cabos com alma em aço, de forma a evitar o seu furto e a assegurar a longevidade destes materiais. Estes deverão estar apoiados em pilares de aço inox, resistente à exposição marítima em questão, e encastrados na nova estrutura.

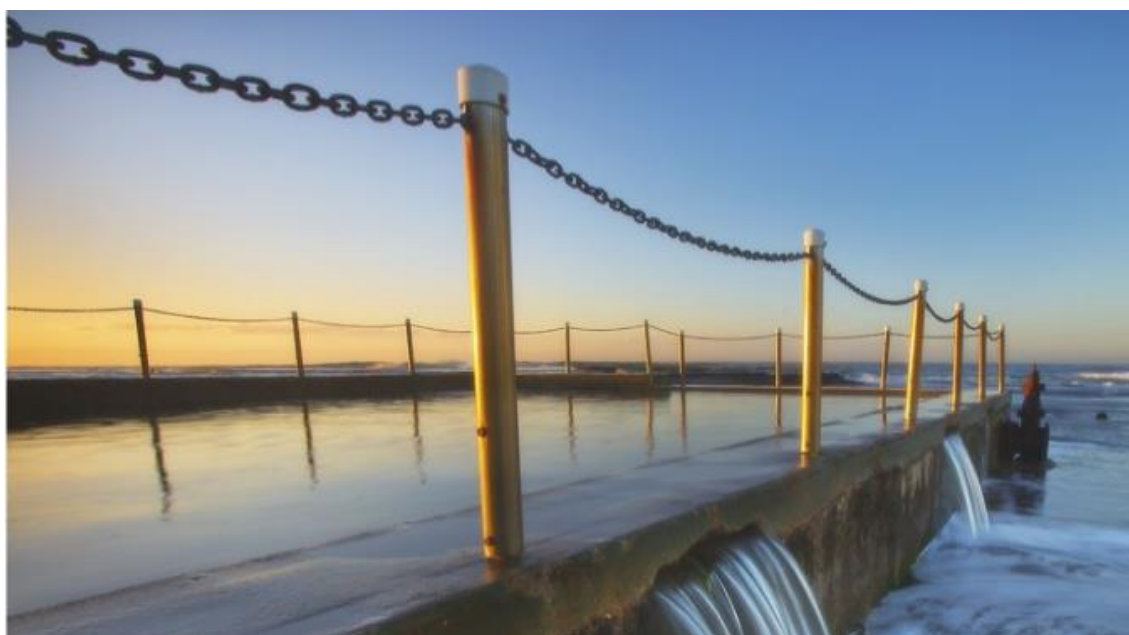


Figura 76 - Corrimões em correntes de aço, Sydney, Austrália
(Fonte: <https://everlookphotography.wordpress.com/tag/south-curl-curl/>).

De forma a salvaguardar a segurança dos utentes, inexistente na atual estrutura (Fig. 77), é também aconselhável a instalação de sinalização vertical, à entrada do acesso (Fig. 78), salientando práticas para o uso saudável destes equipamentos. Para além do mais e em conjunto com os corrimões, possibilitar a interdição temporária, através de correntes com cadeados, de utilizadores tanto ao viveiro como mesmo à piscina principal, caso as condições locais sejam demasiado adversas e não esteja garantida a segurança dos utentes nesta estrutura.

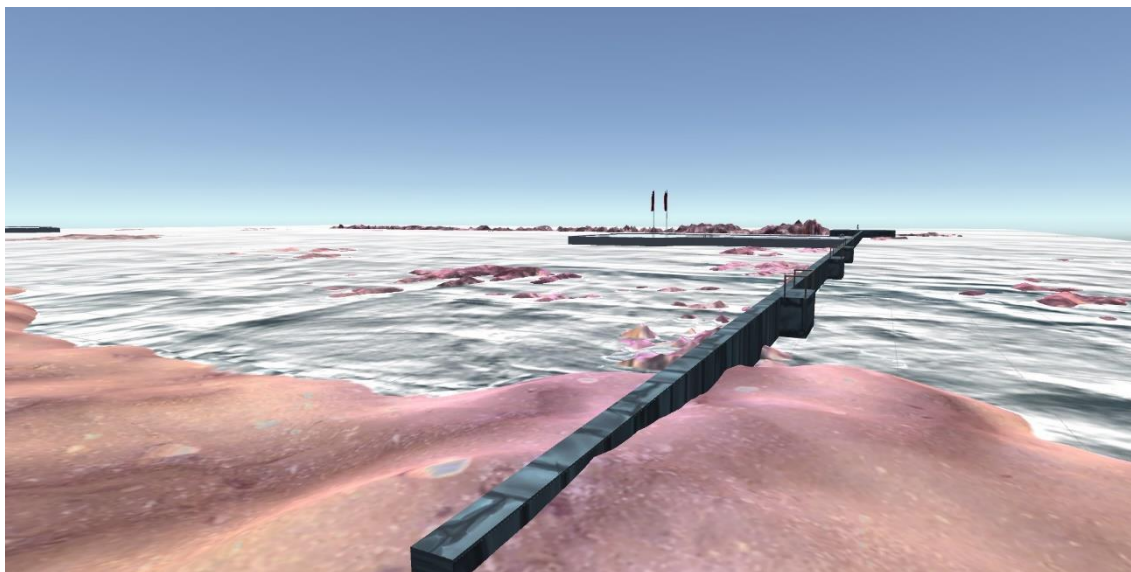


Figura 77 - Modelação da situação atual.

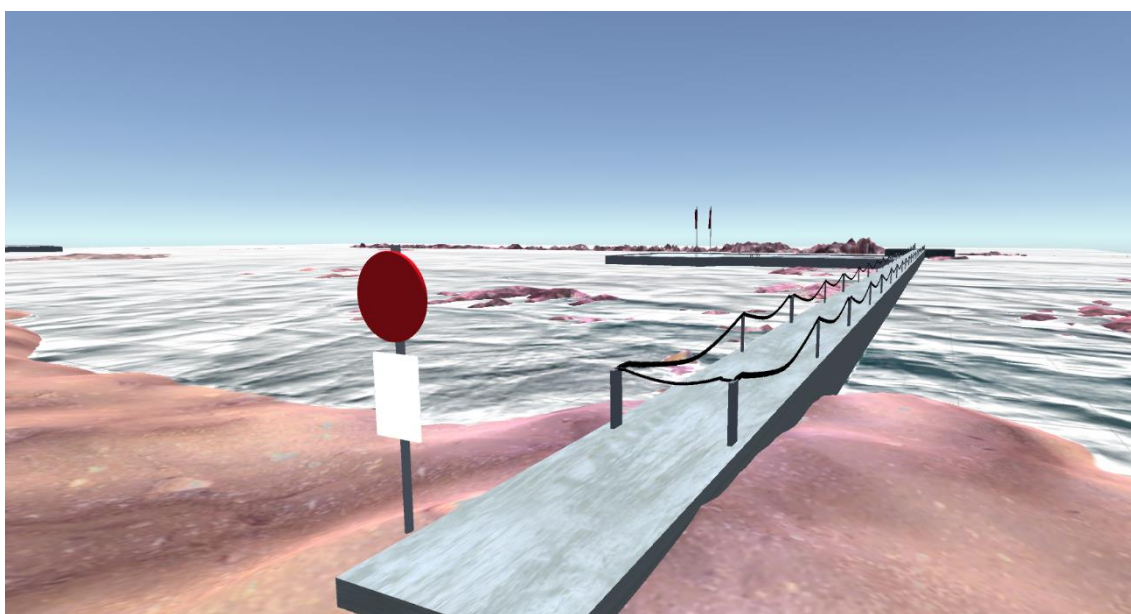


Figura 78 - Modelação do novo acesso, com sinalização vertical e possibilidade de interdição de passagem para o viveiro e, caso necessário, a todo o passadiço.

Deverá ainda ser contemplada, na requalificação deste equipamento, a viabilização de futuras intervenções de alimentação artificial de areia pelo método de repulsão por bombagem em *pipelines*. Estas operações podem ser auxiliadas pela estrutura de diferentes formas.

Podem apenas usufruir desta como suporte físico para escoramento das tubagens com grampos (Fig. 79), da mesma forma que por vezes se realizam estas operações (Fig. 80), ou por outro lado e antecipando esta necessidade construir de maneira a albergar estas condutas no interior (Fig. 81), ou exterior (Fig. 82), do próprio equipamento.

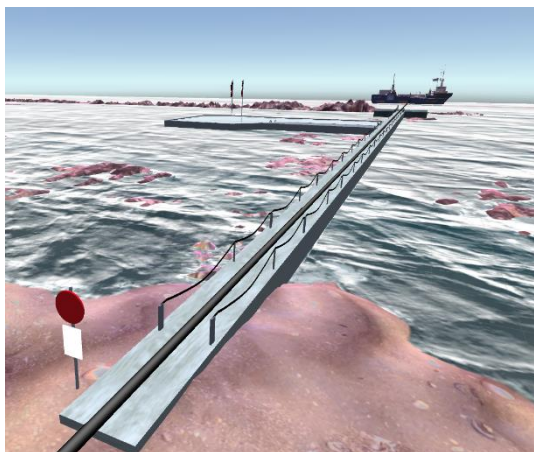


Figura 79 - Simulação da utilização do acesso pedonal como suporte do *pipeline* para alimentação de areia por repulsão.

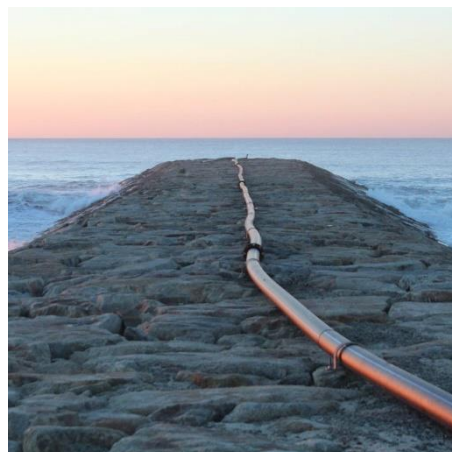


Figura 80 - Ancoragem com grampos, de tubagens de repulsão, no esporão Sul da Barrinha de Esmoriz (Fotografia: Cristiano Teixeira).

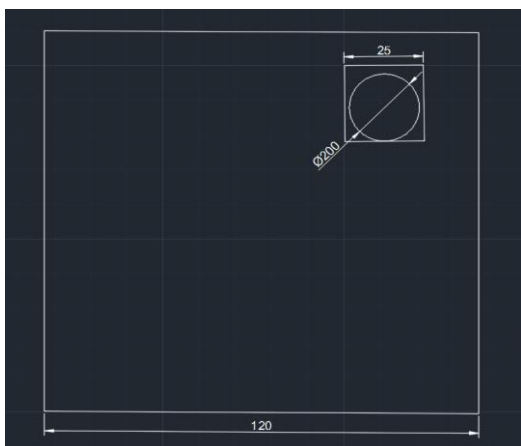


Figura 81 - Vista em corte de possível secção transversal com galeria para inserção de tubagens para efeitos de bombagem por repulsão.

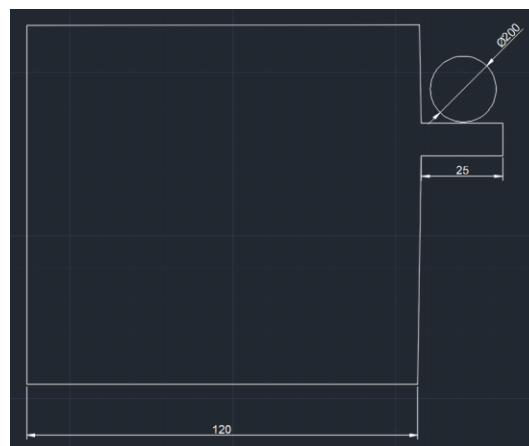


Figura 82 - Vista em corte de possível secção transversal com suporte lateral para suporte de conduta para efeitos de bombagem por repulsão.

De forma a acomodar estas condutas, para efeitos de repulsão por bombagem, é necessário ter em conta que serão sempre necessárias dimensões suficientes para instalar condutas com diâmetros mínimos da ordem dos 200 mm, acrescentando folgas necessárias para inserção destas condutas, no caso de ser feito em galeria, ou para grampos, caso seja feito com o auxílio de um suporte lateral.

Estas operações, de bombagem, deverão ser feitas em condições de maré ótimas e com fraca agitação, recorrendo, se necessário, a boias, que garantam que as tubagens permanecem emersas durante as intervenções. Visto que os fundos se encontram a cotas relativamente pouco profundas (Fig. 83) as embarcações utilizadas para estes efeitos não poderão estar diretamente adjacentes ao passadiço.



Figura 83 - Pormenor, referente à Praia do Norte, da carta náutica 26041 (Fonte: <http://viana.apdl.pt>).

Possibilitar a execução deste método de alimentação artificial, por repulsão em *pipelines*, traria vantagens em futuras intervenções, como a diminuição dos custos de transporte de areias, diminuição do tráfego e congestionamento da praia e minimização dos impactos causados na via pública pelo transporte por camiões, dado que estes materiais apresentam elevados níveis de salinidade.

De forma a combater os efeitos das alterações climáticas e consequente subida do NMM, será também aconselhável proceder ao aumento da cota de coroamento em relação à estrutura existente. Uma subida de apenas 0,20 m da cota deste acesso garantirá que este esteja apto a ser utilizando durante as próximas décadas, baseado nos valores estudados no subcapítulo 3.4.2.

4.3.2. REGULARIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EXISTENTE

Uma das questões que mais leva ao desinteresse dos utentes face a estas estruturas balneares é a falta de qualidade visual. Ambas as piscinas estão atualmente infestadas por vegetação marinha, rochas e areia que se vão depositando, os quais não se removem naturalmente. O facto de estas piscinas serem construídas em fundos arenosos permite a deposição de algas, que graças à deficiente manutenção se vão multiplicando, cobrindo atualmente a maior parte do fundo.

Outra mudança, relativamente simples, que caso seja implementada, traria significativas melhorias a estas obras seria a regularização dos fundos. Uma intervenção significativa de manutenção seria previamente necessária, retirando todas as plantas aquáticas e se efetuando o desassoreamento da areia e das pequenas rochas depositadas ao longo dos anos nestes fundos. Após essa manutenção, substituindo o fundo arenoso por um fundo maciço de betão e revestindo-o com *liners* ou telas próprias para este tipo de piscinas, assegurar-se-ia uma menor aderência de organismos aquáticos dentro desta, verificar-se-ia uma maior facilidade de consequentes manutenções e traria um enorme aumento do apelo visual destes equipamentos para os seus utentes.

O desmonte de rochas seria necessário para o caso do fundo da piscina pequena. No entanto, devido à pequena quantidade e profundidade necessária, essa operação pode ser realizada com recurso apenas a uma retroescavadora com martelo hidráulico.

A aplicação destes revestimentos apropriados para piscinas, *liners*, telas ou tintas, deverá também ser feita nas paredes verticais das piscinas, já existentes, de maneira a reduzir a rugosidade destas e a aumentar a atratividade visual (Fig. 84).



Figura 84 - Piscina de maré com revestimento interior, Sydney, Austrália (Fonte: <https://daysontheclaise.blogspot.pt>).

Seria também aconselhável realizar escavações, o que é relativamente acessível dado que os fundos são maioritariamente arenosos, na ordem dos 0,10 ou 0,20 m, aumentando desta maneira a profundidade dos fundos, tendo em conta que as alturas interiores destas piscinas são bastante reduzidas.

A regularização dos fundos, e colocação de telas, para além das referidas vantagens de apelo visual, facilidade de manutenção e menor deposição de algas, certificaria que existiria sempre água, pois deixaria de poder escoar por percolação. Atualmente verifica-se que a piscina mais pequena não permanece mais que escassos minutos com água suficiente para a sua utilização, visto que esta escapa rapidamente por percolação quando a maré desce, tornando-a quase inútil. A mesma situação persiste na piscina maior, embora menos notória, visto que esta se encontra mais longe da costa e mais perto da zona sempre molhada.

4.4. PROPOSTA 2

A segunda proposta de intervenção foca-se na renovação e extensão do já existente solário da piscina grande. O estado atual do solário, com toda a sua área coberta por pequenas algas e depressões no pavimento, é de grande preocupação a nível de segurança dos utentes. A sua área útil é também reduzida, permitindo a permanência de poucas pessoas em simultâneo nesse espaço.

Fará então sentido recorrer-se a uma grande manutenção, procedendo-se à remoção de algas e colmatação de falhas existentes, bem como admitir a necessidade de um agendamento periódico de pequenas manutenções para certificar a usabilidade e segurança desta estrutura.

4.4.1. EXPANSÃO DO SOLÁRIO

A expansão (Fig. 85) do antigo solário (Fig. 86) apresenta várias funcionalidades para além da melhoria das condições balneares. Com expansão referida (Fig. 87) permitir-se-ia também a construção de uma pequena plataforma elevada, de modo a relocalizar o nadador-salvador. Com esta pequena alteração, não só estaria assegurada a segurança dos seus utentes da piscina grande pela proximidade do nadador-salvador, como a própria praia beneficiaria. Recolocando o nadador salvador mais próximo dos locais de perigo, seria desnecessário que este atravessasse as rochas existentes em caso de necessidade de socorro e, dependendo das marés, evitaria ter de passar a zona de rebentação. Seria assim melhorado o tempo de resposta aos acidentes desta praia.

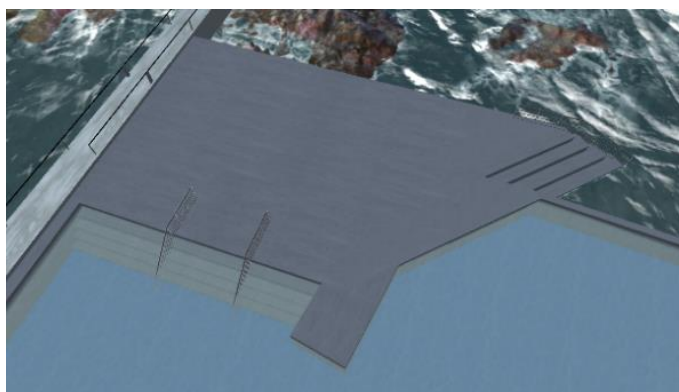


Figura 85 - Modelação da expansão do solário.

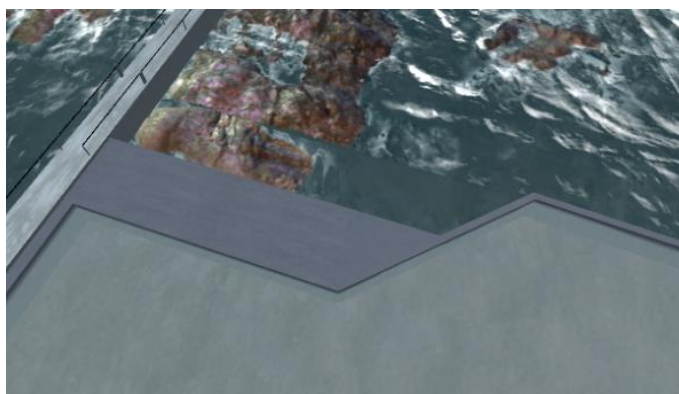


Figura 86 - Modelação do solário pré-existente

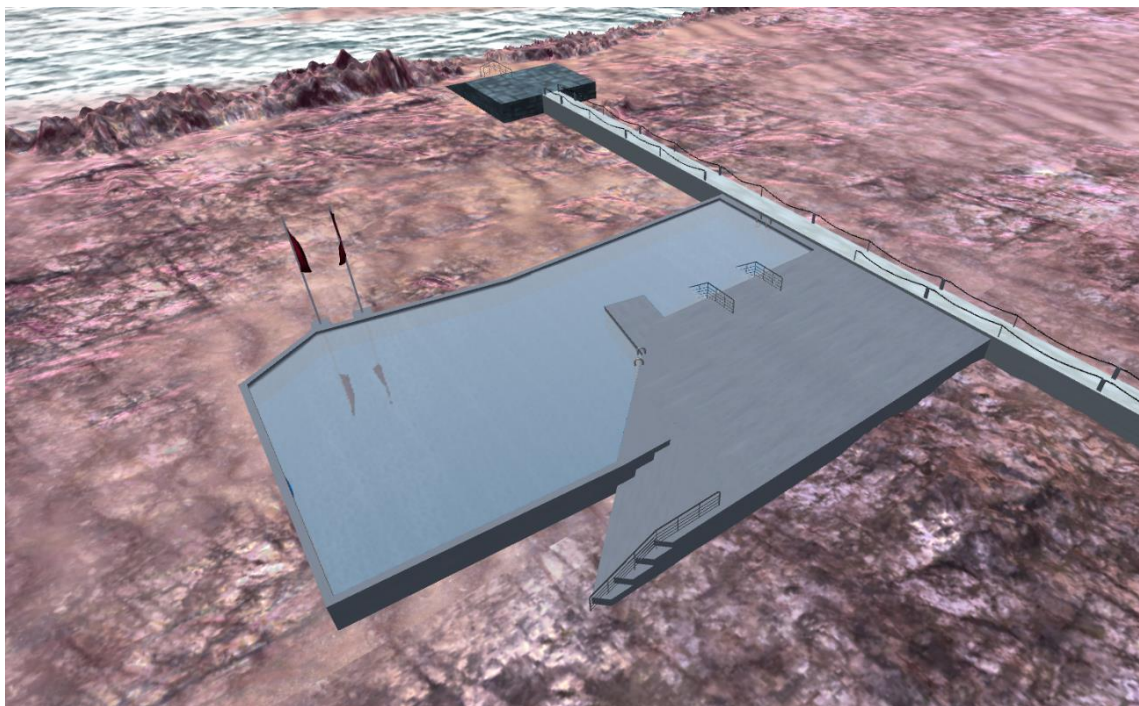


Figura 87 - Modelação da expansão do solário, vista para poente.

Caso se justifique, seria também possível a instalação de uma estrutura fixa de apoio ao nadador salvador, salvaguardando sempre a não utilização desta para outros fins, nomeadamente como plataforma de salto para a piscina. A instalação deste tipo de estrutura (Fig. 88) permitiria ainda um melhor controlo por parte do nadador salvador, aumentando o seu campo de visão, bem como a capacidade de armazenar boias de salvamento, ou outros equipamentos necessários para socorro.

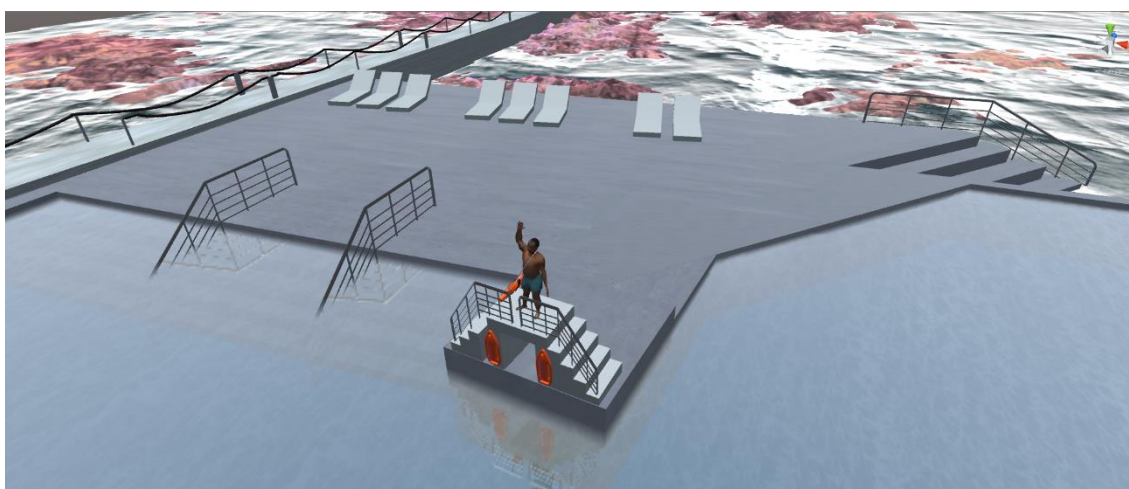


Figura 88 - Modelação de possível estrutura fixa de apoio ao nadador-salvador.

4.4.2. ACESSOS AO SOLÁRIO E PISCINA

Com a realização desta intervenção no solário, seria também aconselhável a melhoria dos seus acessos, substituindo (Fig. 89), ou auxiliando (Fig. 90), os escadotes de acesso por escadas com corrimões, encastrados na nova estrutura. Estes corrimões devem, preferencialmente, apresentar várias alturas de suporte para as diferentes alturas dos utentes, crianças e adultos.

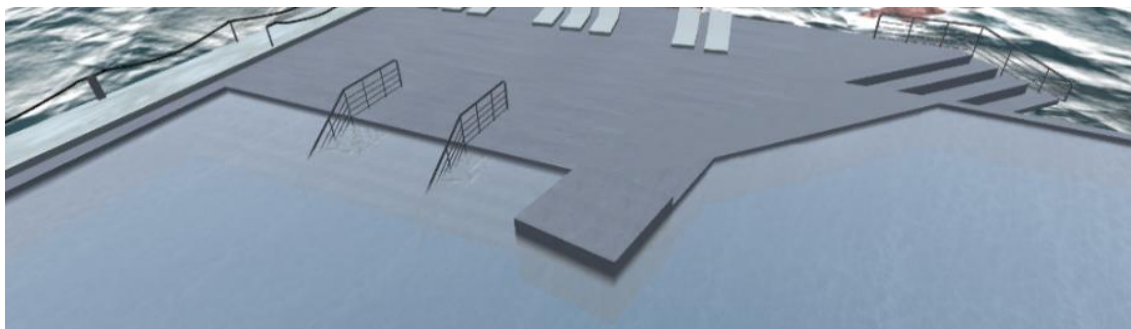


Figura 89 - Modelação das novas escadas de acesso com corrimões, retirando escadotes pré-existentes.

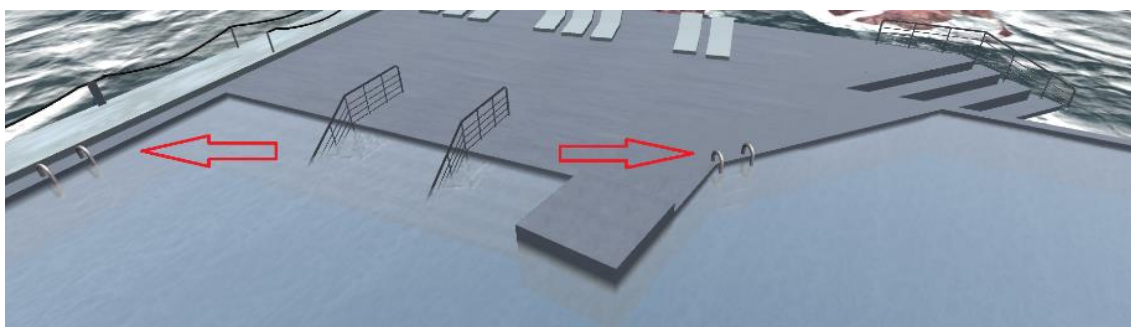


Figura 90 - Modelação das novas escadas de acesso com corrimões, mais escadotes pré-existentes.

Outra característica seria a construção de um novo acesso ao areal, diretamente do solário (Fig. 91). Desta maneira seria aumentado o número de acessos para a piscina e permitiria aos utentes do solário uma maior liberdade de escolha, entre piscina e praia.

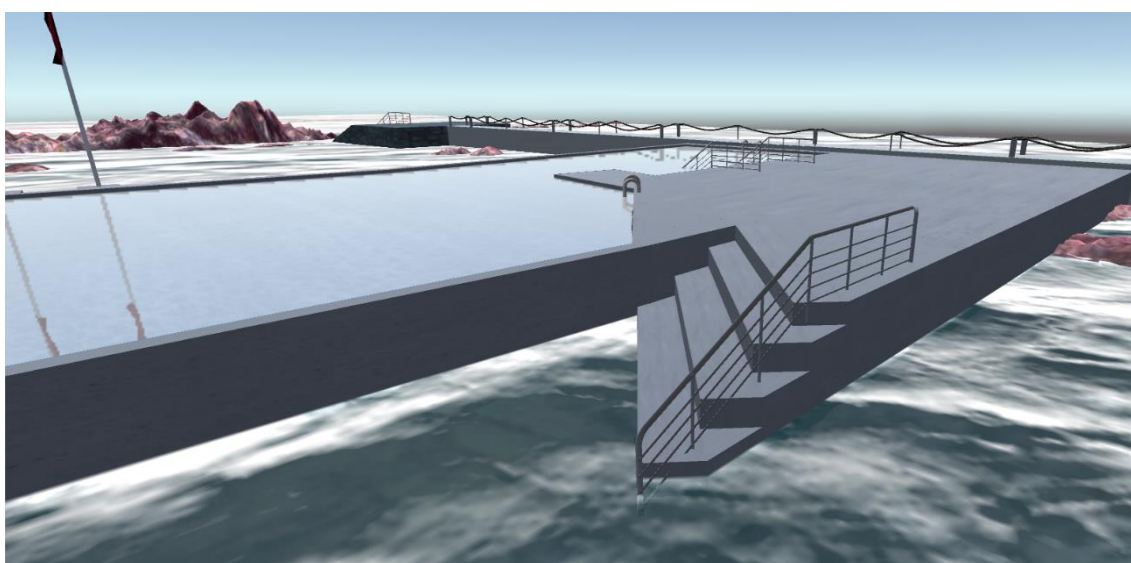


Figura 91 - Modelação do novo acesso ao areal.

4.4.3. EQUIPAMENTOS BALNEARES

Outra forma de melhorar as condições balneares deste solário seria a instalação de equipamentos fixos, como bancos ou espreguiçadeiras (Fig. 92). Tendo sempre em atenção que estas estruturas terão de suportar as ações marítimas, a sua construção deve ser feita em betão e encastrada na estrutura. A expansão da área útil do solário permitiria a instalação deste tipo de equipamentos fixos, aumentando a sua atratividade e oferecendo ainda um local de repouso aos utentes que apenas estejam a acompanhar outros, como o caso de pais e filhos. A alternativa passa pela consideração de equipamentos amovíveis.

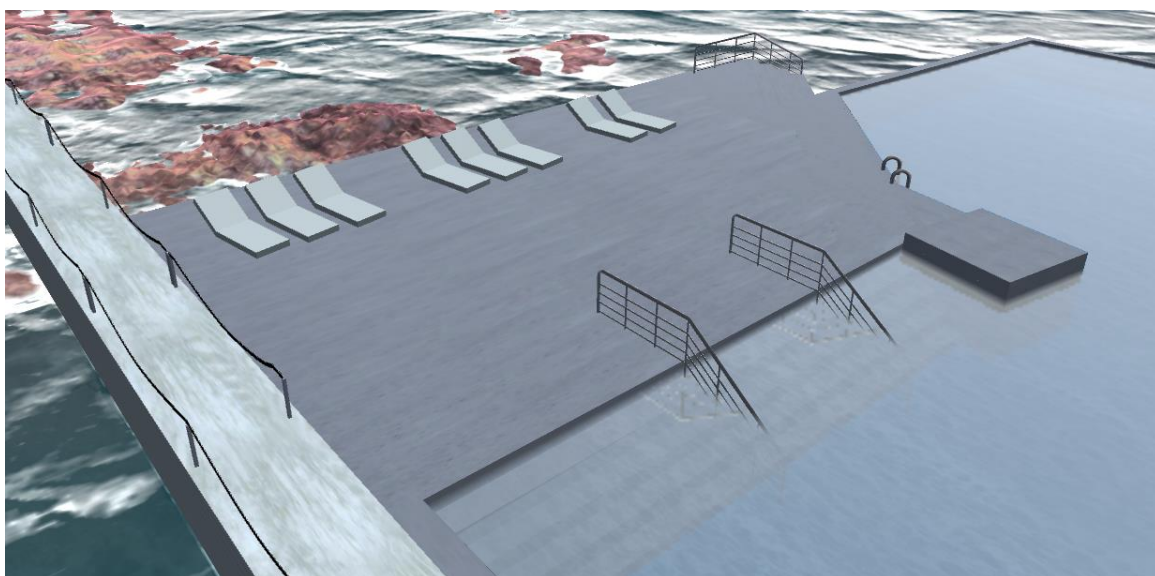


Figura 92 - Modelação de espreguiçadeiras, encastradas na nova expansão.

É possível atestar que uma pequena intervenção como a aqui proposta acarretaria melhorias significativas para este equipamento bem como melhorias para a restante zona balnear adjacente.

4.5. PROPOSTA 3

4.5.1. PISCINA REGULAMENTAR

A terceira proposta modular de intervenção foca-se na construção de uma piscina complementar, adjacente à já existente (Fig. 93 e 94). Esta piscina teria como principal foco de atratividade as suas dimensões regulamentares, fixando-a com o comprimento de 25 m, o estabelecido pela Federação Internacional de Natação para uma piscina curta, ou semiolímpica.

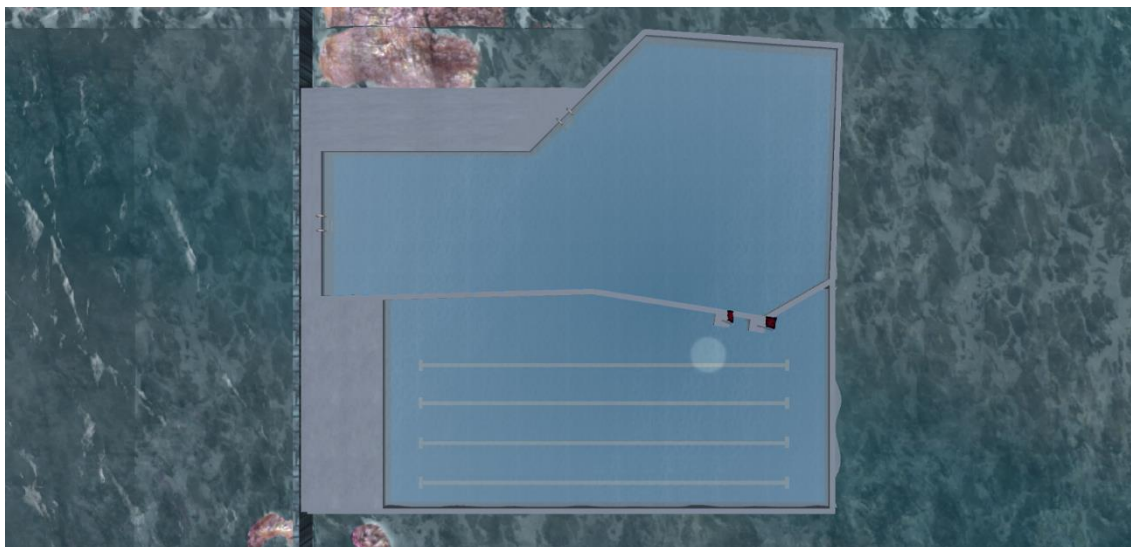


Figura 93 - Modelação da piscina semiolímpica, proposta 3.

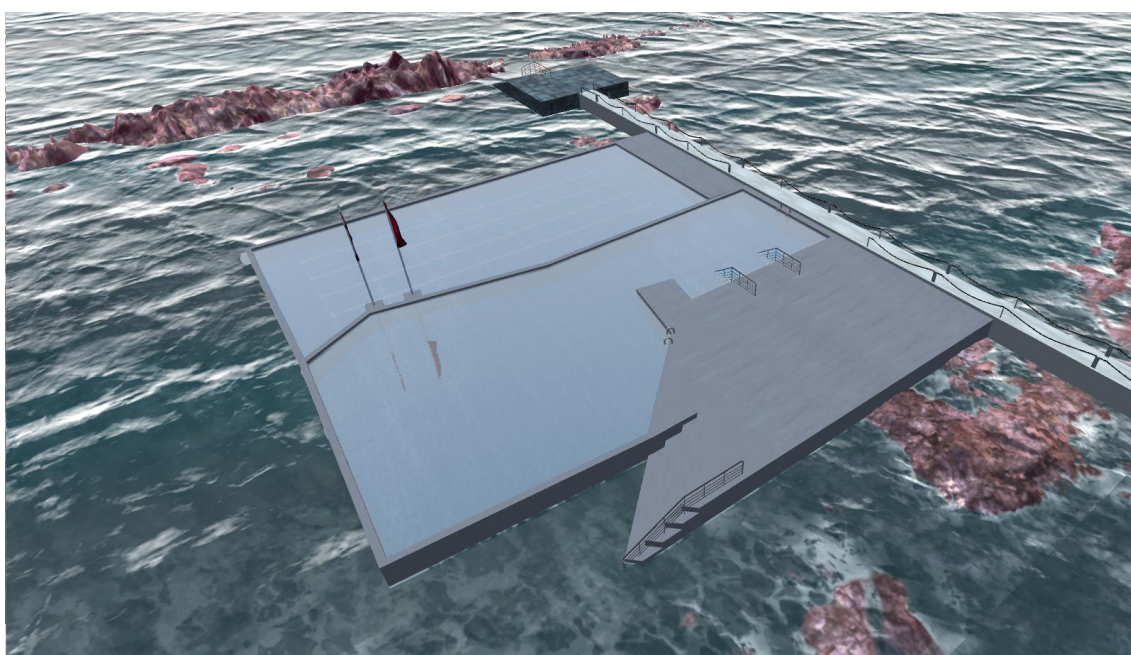


Figura 94 - Modelação da piscina olímpica, proposta 3.

Desta forma, a Praia do Norte seria das poucas zonas balneares com condições para a prática desportiva de natação em água do mar. Esta piscina poderia, em conjunto com a Piscina Municipal do Atlântico, situada a cerca de 500 m desta, incentivar esta prática desportiva.

Esta praia passaria então a dispor de condições para a prática de natação em água do mar, modalidade esta, denominada por Águas Abertas, que foi representada nos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016 por Vânia Soares Neves, atleta natural da cidade de Viana do Castelo.

Esta intervenção não só melhoraria a atratividade e qualidade balnear da Praia do Norte como reforçaria o incentivo à prática desportiva. Este incentivo já se encontra presente na praia, com a construção da nova “Praça do Desporto” na intervenção relatada no subcapítulo 2.1.3 e seria agora também transposto para o meio aquático.

4.6. PROPOSTA 4

A proposta 4 apresenta uma alternativa à expansão 3, debruçando-se ainda sobre a construção de uma piscina complementar, porém sem ter por base a vertente desportiva. Esta piscina teria apenas como objetivo aumentar a atratividade balnear destes dispositivos.

4.6.1. PISCINA “INFINITA”

Esta expansão contaria com uma piscina de apoio à piscina grande, já existente. A nova piscina, através de um design baseado na direção predominante das ondas incidentes nesta praia, conjugaria desta forma a maximização da resistência e longevidade da estrutura com um *design* apelativo (Fig. 95).

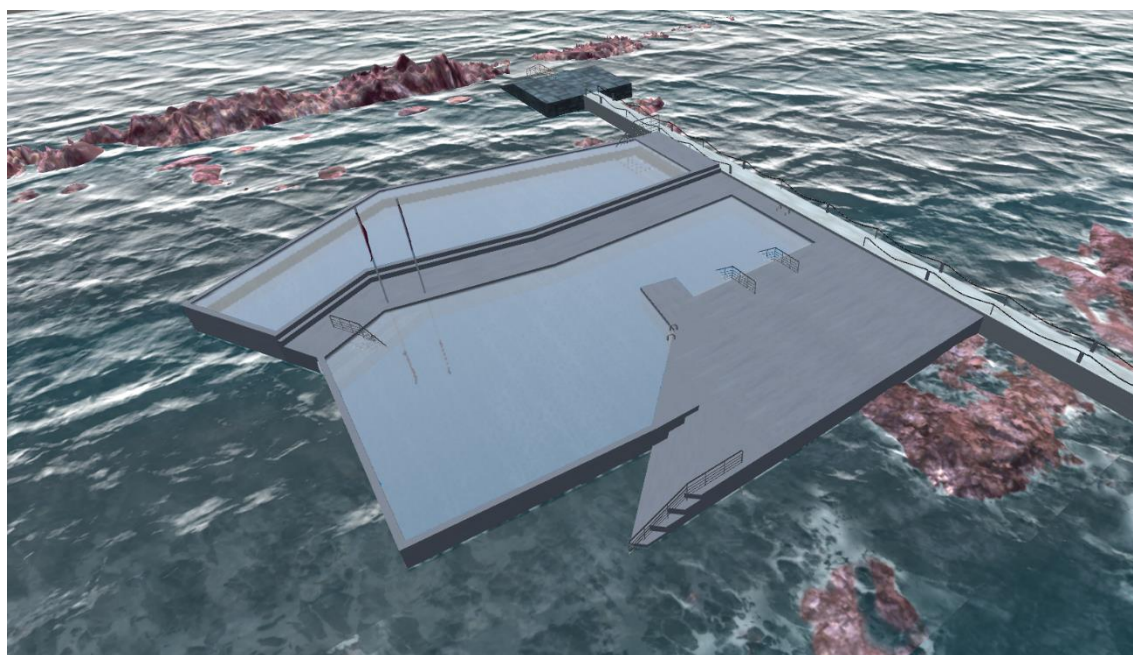


Figura 95 - Modelação da "infinity pool", configuração 6.

A construção desta piscina permitiria também que a atual piscina grande passasse a ser utilizada como piscina para crianças, devido à sua relativa baixa altura e proximidade do solário e nadador-salvador.

A nova piscina, aliada a uma maior cota de coroamento e consequente profundidade, garantiria uma atratividade para adultos. Graças também à sua proximidade do mar, possibilitaria que esta funcionasse como uma piscina infinita ou “infinity pool” (Fig. 96) onde a água da piscina se parece fundir com a do mar envolvente, criando um efeito visual de água sem fronteira (Fig. 97).

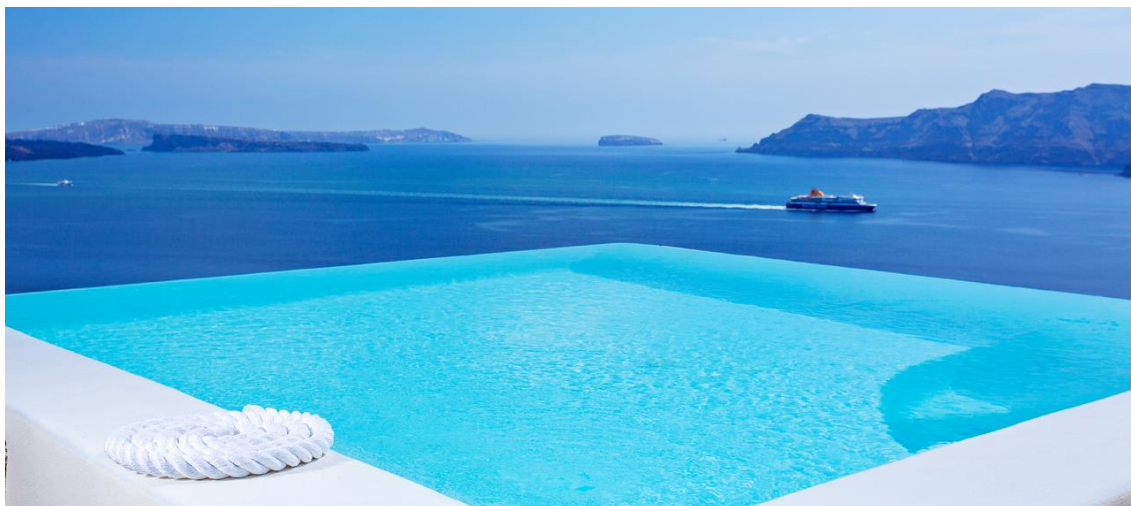


Figura 96 - Efeito de piscina infinita num resort em Santorini, Grécia (Fonte: <http://canaves.com>).

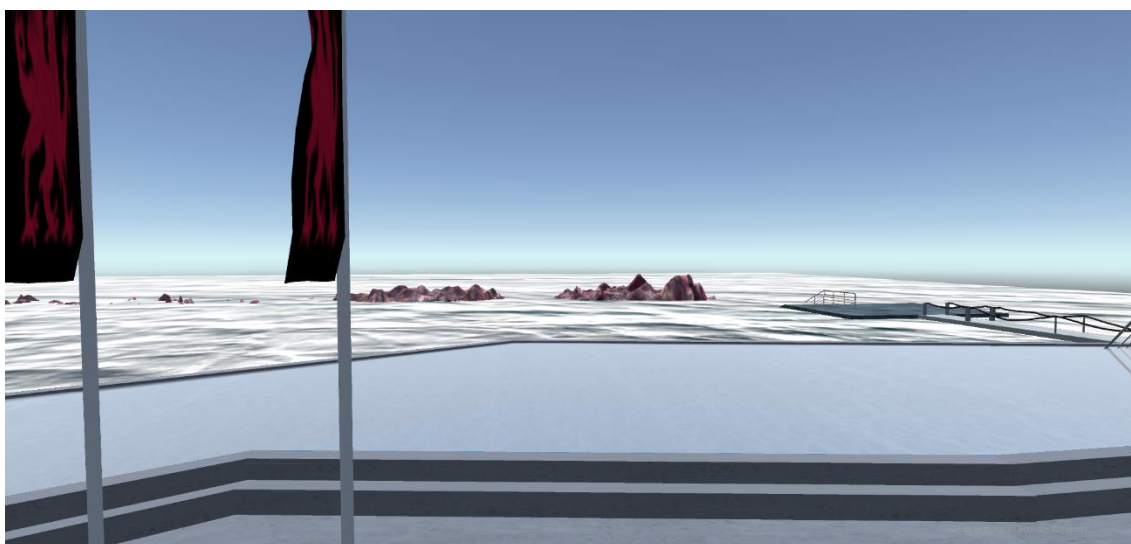


Figura 97 - Modelação do efeito de piscina infinita.

4.6.2. CORREDOR ENTRE PISCINAS

De forma a assegurar as condições de circulação neste local e a prover este espaço de área extra para os seus utentes é aconselhável a criação de um corredor entre a nova piscina, “infinita”, e a já existente (Fig. 98). Este pequeno corredor serviria também de apoio à construção à nova piscina uma vez que se encontra a uma cota superior, evitando assim que se criasse uma “parede” entre esta e a pré-existente, caso fossem adjacentes.

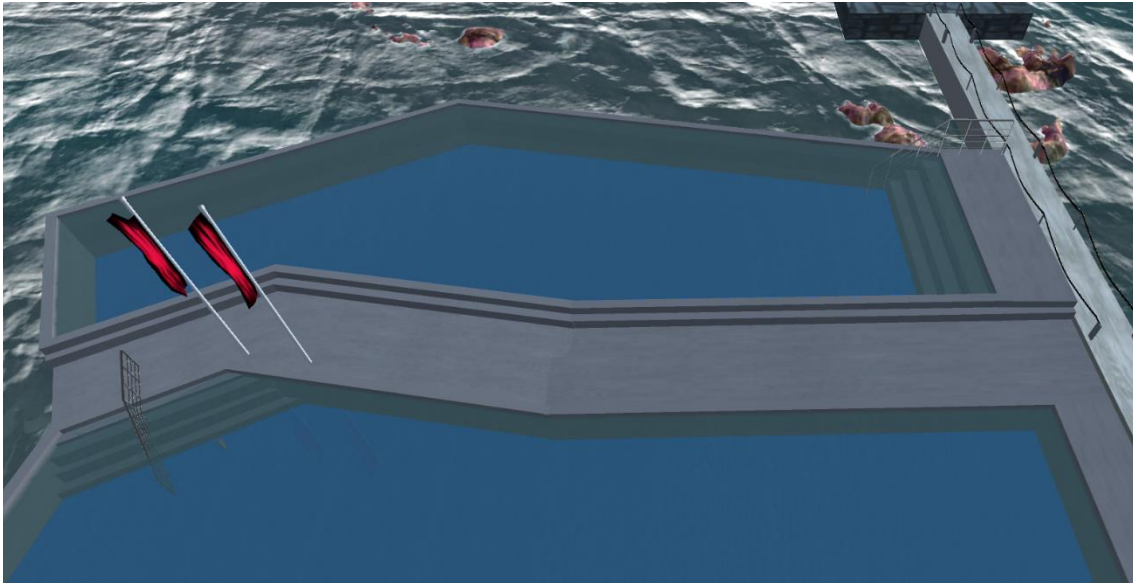


Figura 98 - Corredor entre piscinas.

4.6.3. NOVOS ACESSOS

O acesso à nova piscina (Fig. 99) pode ser realizado pelo corredor criado entre esta e a piscina anterior e desta forma assegurando também a criação de outra escadaria de acesso, da piscina já existente, para este novo corredor (Fig. 100).

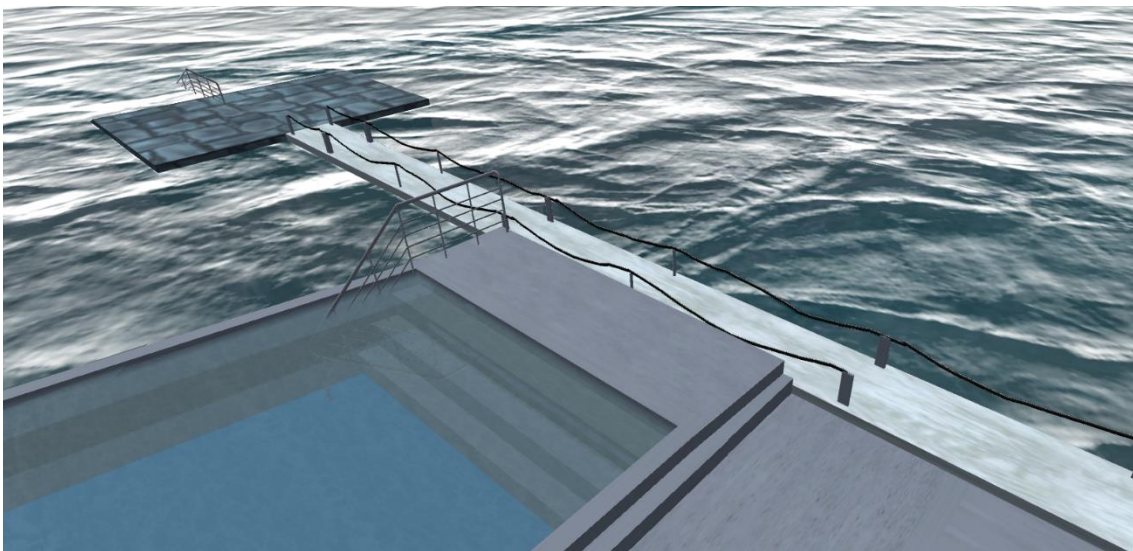


Figura 99 - Acesso de entrada à nova piscina, em conjunto com a expansão 1.

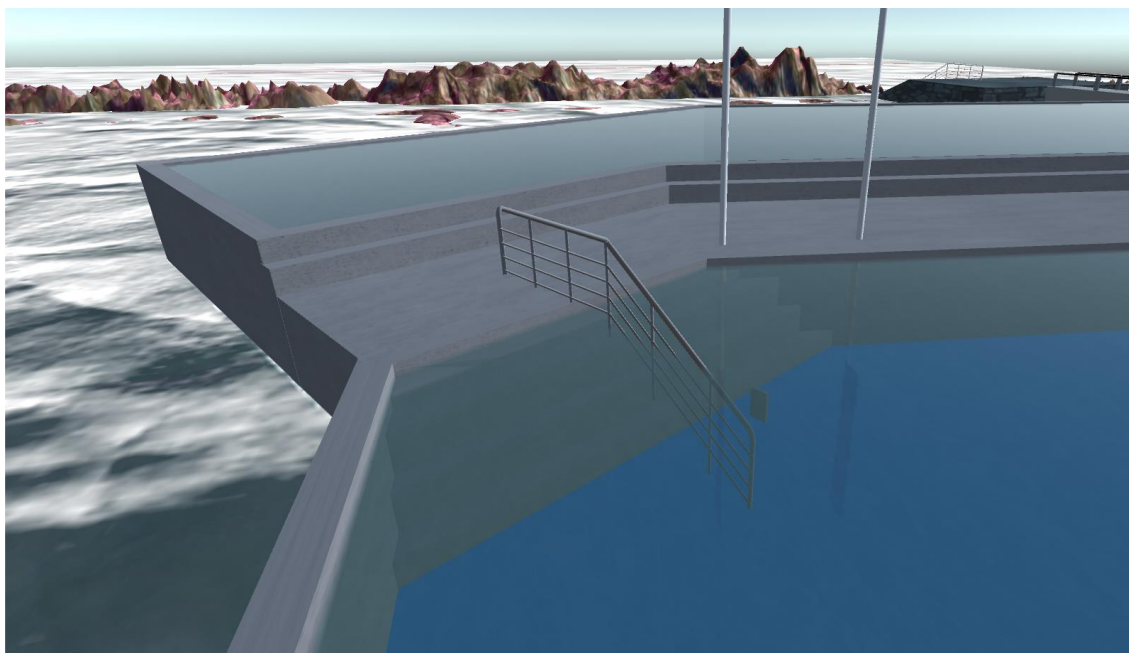


Figura 100 - Novo acesso à piscina pré-existente, para o novo corredor proposto.

A construção deste tipo de piscina, normalmente apenas disponível em hotéis e resorts de luxo, asseguraria o maior nível de atratividade aos utentes de todas estas propostas. Aliaria assim as vantagens anteriormente destacadas do aumento de utentes, com o aumento de receitas das estruturas de apoio à praia recentemente construídas e o descongestionamento de praias localizadas a norte.

4.7. PROPOSTA 5

A quinta e última proposta difere das anteriores, no sentido em que a intervenção apresentada não interfere com a qualidade balnear desta praia. Aproveitando o potencial ambiental deste ecossistema e o já existente e decrépito viveiro, esta última proposta concentra-se na recuperação desta estrutura (viveiro) e na implementação de recifes artificiais inovadores ao longo destas estruturas.

4.7.1. VIVEIRO

Como referido no subcapítulo 2.1.2.3, a estrutura em questão serviu outrora para preservar vivo e fresco o marisco dos restaurantes na marginal desta praia. Com o fim da concessão desta estrutura, esta foi deixada ao abandono e a sua manutenção negligenciada, encontrando-se atualmente abandonada e com necessidade de pequenas reparações para que possa voltar a ser utilizada para os fins que foi construída.

Ainda na Praia do Norte, existem algumas pesqueiras abandonadas (Fig. 101), pequenos tanques e baías formados nos interstícios rochosos de forma a prender água e peixe após a descida da maré.



Figura 101 - Pesqueiras abandonadas no limite norte da Praia do Norte, junto ao afloramento das "Pedras Ruivas" (Fonte: Google Maps).

A finalidade desta estrutura, e das semelhantes em abandono pela costa portuguesa, apesar de negligenciada, é de enorme valor turístico e gastronómico e pode ser recuperado de forma a manter não só o património cultural desta região como a melhorar a atratividade turística e a restauração da região.

Estes benefícios para a região podem ser atingidos recorrendo apenas a pequenas intervenções de manutenção destas estruturas. Com interesse e proveito por parte da APA, na abertura de novos concursos de concessão, e dos novos responsáveis da restauração desta frente marítima, agora reabilitada pelas intervenções referidas no subcapítulo 2.1.3, o restauro destas estruturas pode agora ser justificável.

4.7.2. RECIFES ARTIFICIAIS

Seria de aproveitar as muito necessárias intervenções aos níveis da segurança na estrutura de acesso pedonal para melhorar também a vertente ecológica destas estruturas.

Nesse sentido apresenta-se uma alternativa ao melhoramento estrutural e de segurança no passadiço, explorando também a vertente ecológica, acoplando à estrutura capacidades de fixação e proteção da fauna marinha, agindo assim como um recife artificial.

Ao revestir as paredes exteriores com recifes artificiais, estes podem ser instalados nesta praia sem necessidade de criação de novas estruturas apenas para este efeito.

As soluções já comercializadas funcionam como painéis de azulejos (fig. 102) e necessitam ser fixas às paredes nos quatro cantos. Esta consolidação nem sempre é possível ser feita, dependendo da forma e material onde vai ser aparafusado, e para além disso concentra as reações às forças a que os painéis estão sujeitos a quatro pontos em que são aparafusados, aumentando assim ainda mais a sua fragilidade estrutural.

Recentemente têm-se vindo a desenvolver soluções que permitem a utilização de pequenas paredes como recifes artificiais (Fig. 103), denominadas por Seawall Tiles. Estas soluções são atualmente comercializadas por uma empresa Australiana (Reef Design Lab), no entanto, estas não contemplam grande integridade estrutural e resistência à ação das ondas do mar, algo que não pode ser ignorado para a atual zona em estudo.



Figura 102 - Pormenor de painel e sua aparafusagem (Fonte: www.reefdesignlab.com).



Figura 103 - Grupo de painéis, suportado por estrutura auxiliar (Fonte: www.reefdesignlab.com).

Estes painéis de dimensões 25x25 cm estão disponíveis comercialmente por 35\$ AUD (dólares australianos) (\approx 27€ euros em 14 junho 2017) excluindo portes de envio. Esta solução, apesar de comprovada, significaria um investimento de dezenas de milhares de euros mesmo apenas revestindo metade das paredes do acesso pedestre.

Atendendo ao facto que o revestimento das paredes exteriores destas estruturas com este tipo de solução seria bastante dispendioso, a opção de construção *in-situ* de recifes artificiais será então bastante mais viável.

De forma a maximizar o potencial de colonização destes recifes artificiais, três aspetos essenciais deverão ser tidos em conta: rugosidade, abrigo e matéria orgânica.

Segundo Bohnsack *et al.*, (1985), a rugosidade superficial à escala dos milímetros é diretamente proporcional à eficiência da fixação por parte das algas.

Na atração dos animais marinhos pelos recifes, o recurso alimento assume uma menor importância do que o abrigo (Sale, 1980).

Quanto mais o material estiver enriquecido com matéria orgânica, mais rápida será a colonização (Prata, 2010).

Aplicando estes três princípios fundamentais para a maximização da fixação de comunidades biológicas e adaptando a solução em “painéis” de forma a englobar estes três aspetos, surge a oportunidade de revestir as paredes exteriores das expansões propostas neste capítulo por soluções *in-situ* que abranjam todas estas características de propiciação à fixação de espécies.

Segundo Prata (2010) uma adição ao betão (na ordem dos 7 a 12%) de materiais orgânicos como lamas tóxicas provenientes de estações de tratamento de água residual (ETAR) ou borra de café excedentes de fábricas confere a estes materiais uma maior aptidão biológica sem comprometer as resistências mecânicas do material.

Uma otimização dos painéis da Figura 104 seria necessária, de modo a atender ao princípio de necessidade de abrigo por parte das espécies a fixar nestas estruturas, especialmente juvenis. Uma variedade de cavidades de diferentes profundidades seria necessária de forma a assegurar abrigo a diferentes espécies e para diferentes fases de crescimento destas (Fig. 102).

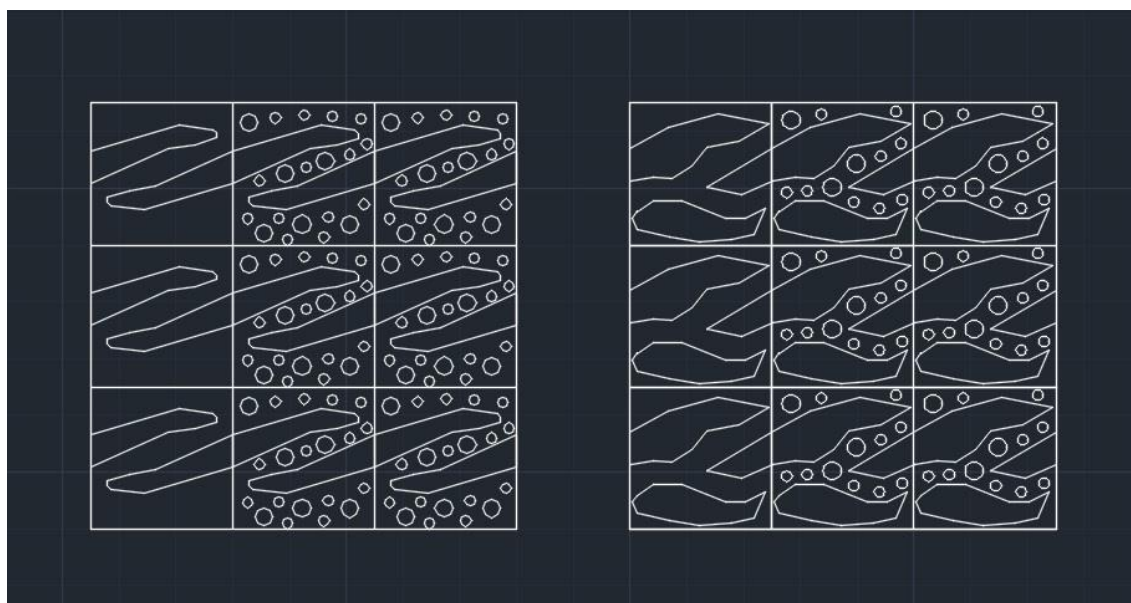


Figura 104 - Possível solução do estilo "painel de azulejo", otimizada com cavidades para abrigo de espécies.

Estas soluções poderão, no entanto, ser construídas diretamente nas paredes exteriores das expansões propostas, construindo-as com betões enriquecidos com matéria orgânica. Fica dificultada, porém a tarefa de conferir a essas paredes a configuração pretendida.

Existe uma enorme dificuldade de implementar nas cofragens as protuberâncias, de tal forma que estes transfiram à estrutura a rugosidade, saliências e reentrâncias necessárias para assegurar uma forte fixação biológica.

5

CONCLUSÃO, RECOMENDAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com este trabalho espera-se consciencializar as entidades competentes e gestoras da zona em estudo para as questões de segurança e falta de condições balneares nas estruturas existentes, bem como apresentar melhorias e soluções para estes problemas, até agora negligenciados.

As questões de segurança e biodiversidade abordadas, graças à sua importância inerente, possibilitarão mais facilmente uma reabilitação desta zona. A burocracia e aprovações necessárias para intervenções realizadas na zona costeira podem ser facilitadas e minimizadas graças às necessidades urgentes de intervenção a nível de segurança e dos aspetos biológicos e ecológicos aqui abordados e que deverão ser considerados em qualquer intervenção. A pré-existência destas estruturas é também um fator que permitirá mais facilmente a construção ou ampliação destes projetos.

A escolha de apresentação destas intervenções de uma forma modular possibilita também a divisão dos problemas e soluções das estruturas, permitindo que se realizem intervenções focadas nos problemas com maior relevância, esperando assim diminuir os entraves que surgem na aprovação de intervenções em zonas costeiras.

Será no entanto necessário reforçar o interesse e colaboração das entidades que beneficiarão da recuperação deste património público marítimo.

A realização trabalho viu-se parcialmente dificultada graças à controvérsia que inicialmente envolveu a mais recente intervenção nesta praia. A obtenção de alguns dados não foi possível em tempo útil. Verificou-se também existir desconhecimento e desinteresse por parte de algumas autoridades.

A obtenção de levantamentos hidrográficos e topográficos também ficou comprometida, não tendo sido possível por parte da CMVC facultar o auxílio de um topógrafo graças à urgência das diversas obras que aconteceram em simultâneo com a realização desta dissertação. Os levantamentos públicos existentes oferecem muito pouca resolução e aproximação à realidade, particularmente o levantamento LIDAR2011.

Espera-se, apesar dos entraves, consciencializar e realçar a importância desta zona costeira, bem como as suas necessidades e oportunidades.

Foi procurada a apresentação de diferentes propostas de solução, da mais minimalista, focando apenas necessidades urgentes de segurança, à maximalista, propondo a construção de novas piscinas e solários.

As diferentes intervenções apresentadas carecem de detalhe a nível de projeto. No entanto, proporcionam às entidades competentes um enquadramento e ideias fulcrais que devem ser tidos em conta para uma intervenção futura, fornecendo propostas de baixo impacto social, económico, paisagístico e biológico.

5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A presente dissertação não apresenta desenvolvimento suficiente para utilização como projeto. Para tal é necessário o aprofundamento do estudo das questões abordadas.

Para trabalho futuro fica o aprofundamento do estudo de recifes artificiais nesta zona costeira com a participação de biólogos marinhos.

Em conjunto com ajuda de biólogos e responsáveis da restauração local, é necessário também estudar a viabilidade de criação em viveiro de certos tipos de moluscos, como ostras ou outros bivalves, para proveito destes e como melhoria da atratividade turística e gastronómica desta região.

Será também necessário efetuar um levantamento topográfico e hidrográfico da zona em questão para desenvolvimento das soluções em projeto com dados mais reais, nomeadamente para efeitos de quantificação.

Uma mais profunda discussão e envolvimento com entidades públicas (Ministério do Ambiente, autarquia de Viana do Castelo), concessionários locais e utentes será também necessária de forma a capacitar as futuras intervenções com características que suscitem o seu interesse.

Por último, a realização de estimativas de volumes e custos necessários, de forma a conseguir contabilizar o investimento necessário e atestar a viabilidade destas intervenções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bohnsack, J. A., & Sutherland, D. L. *Artificial Reef Research: A Review With Recommendations For Future Priorities*. Bulletin Of Marine Science (1985). 37(1): pp. 11-39
- Coelho, C. (2011). Processos sedimentares e métodos de monitorização. In *Dragagens: Fundamentos, Técnicas e Impactos*, 201-220, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Duarte Santos, F., Mota Lopes, A., Moniz, G., Ramos L., Taborda, R. (2014). *Gestão da Zona Costeira - O Desafio da Mudança*. In Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral.
- Edições CMIA (2010). Guia da Zona entre-marés – Algas, guia geral
- Edições CMIA (2010). Guia da Zona entre-marés – Algas, usos na agricultura, indústria e alimentação
- Edições CMIA (2012) Guia do Professor – Ecologia dos Ecossistemas
- Ino T. *Historical review of artificial reef Activities in Japan*. Proceedings of the International Conference on Artificial Reefs, March 1974, Texas (USA): 21-23 pp.
- Sale, P.F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*, Annual Review of Oceanography and Marine Biology 18 (1980): pp. 367-421
- Santos, J. *Concepção, Construção, Implantação e Monitorização de um Sistema piloto de Recifes Artificiais*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2000.
- Santos, J. *Impactos e colonização biológica de uma estrutura de defesa costeira: o quebramar da Aguda*. Dissertação de Doutoramento, FEUP, 2008.
- Silva, S. *Intervenções de Alimentação Artificial de Praias. Casos de Estudo Nacionais e Internacionais*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2016.
- Stronkhorst, J., Spek van der, A., Maren, B., (2013). *A Quicksan of Building-with-Nature Solutions to Mitigate Coastal Erosion in Colombia, Interim report of the project Colombia – The Netherlands collaboration on coastal erosion and ‘Building with Nature’ solutions for the coast of Colombia’ commissioned by INVEMAR and the department of Marine Affairs, Coastal and Aquatic Resources of the Ministry of the Environment, Colombia*. Delft, 2013.
- U.S. Army Corps of Engineers (2002). *Volume 4 – Coastal terminology and geologic environments*. Coastal Engineering Manual, U.S. Army Corps of Engineers. Estados Unidos.
- Van Oord, G., (2011). Campo de atividades de dragagens. Planeamento de dragagens portuárias. In *Dragagens: Fundamentos, Técnicas e Impactos*, 97-117, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Decreto-Lei n.º 220/2008. D.R. n.º 220, Série I de 2008-11-12
Estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE)

Portaria n.º 1532/2008. D.R. n.º 250, Série I de 2008-12-29

<http://www.cm-viana-castelo.pt/pt/noticias/obras-na-praia-norte-arrancam-no-proximo-dia-24-de-novembro>. Maio, 2017.

http://www.eurosion.org/project/eurosion_pt.pdf. Maio, 2017

http://www.geoparquelitoralviana.pt/publicacoes/2016_O_Livro_de_Pedra.pdf. Maio, 2017.

<http://www.oceanrevival.org/pt/projecto/recifes-artificiais.html>. Maio, 2017.

<https://olharvianadocastelo.blogspot.pt>. Maio, 2017.

<http://www.portoenorte.pt/client/files/0000000001/2962.pdf>. Abril, 2017.

<http://www.reefball.org>. Abril, 2017.

<http://www.reefdesignlab.com>. Abril, 2017.

https://www.rtp.pt/noticias/pais/litoral-portugues-em-risco-com-a-subida-crescente-do-nivel-das-aguas-do-mar_n978444. Maio, 2017.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592011000500017#f3. Maio, 2017.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A – CARTOGRAFIA E LEVANTAMENTOS UTILIZADOS C

ANEXO B – MODELAÇÕES 3D DAS PROPOSTAS H

ANEXO C – PLANTAS DAS DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE PROPOSTAS ... O

Anexo A – Cartografia e levantamentos utilizados

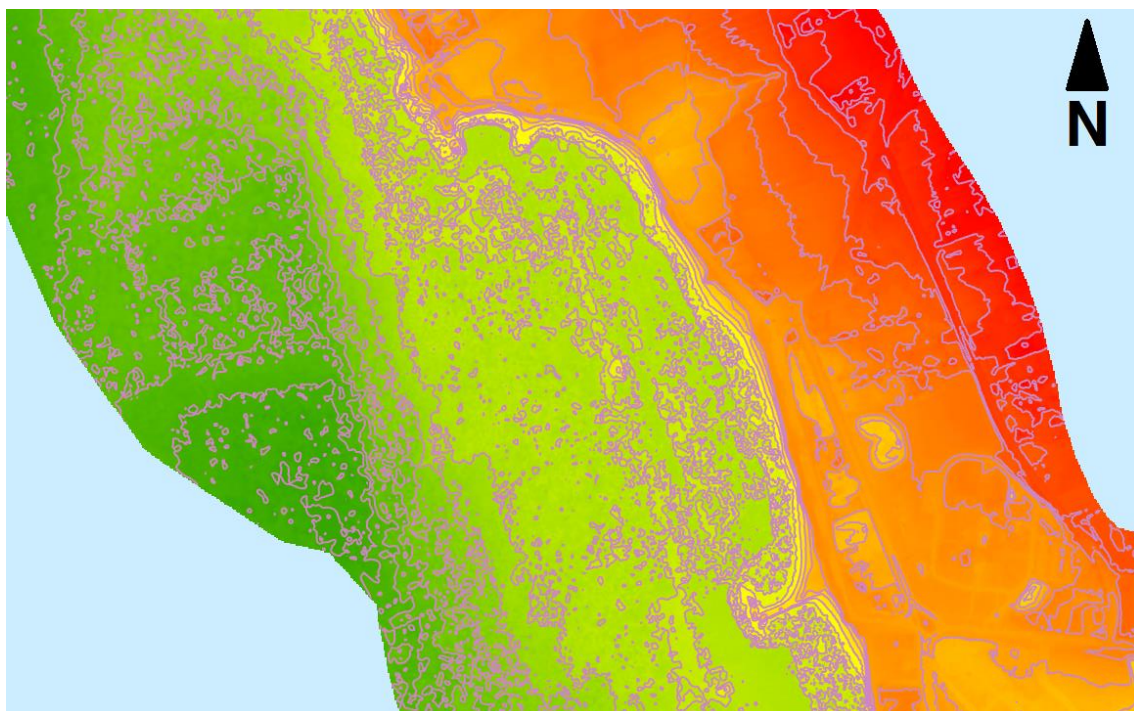


Fig. A. 1 - Levantamento LIDAR2011 da Praia do Norte (Fonte: APA).

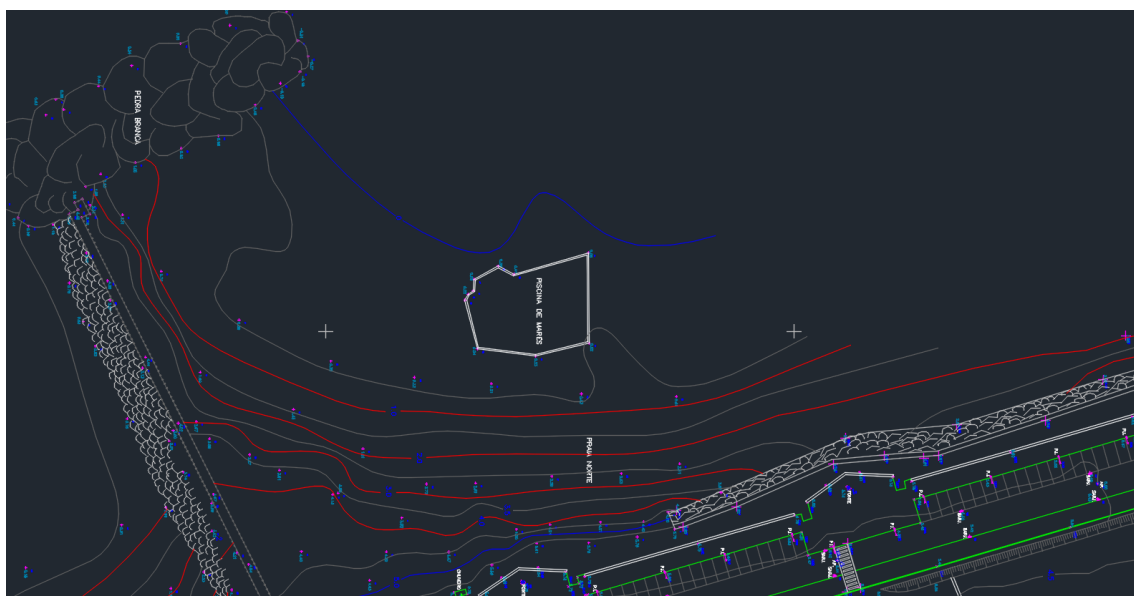


Fig. A. 2 - Pormenor de levantamento topográfico da Praia do Norte (Fonte: POLIS Litoral Norte).

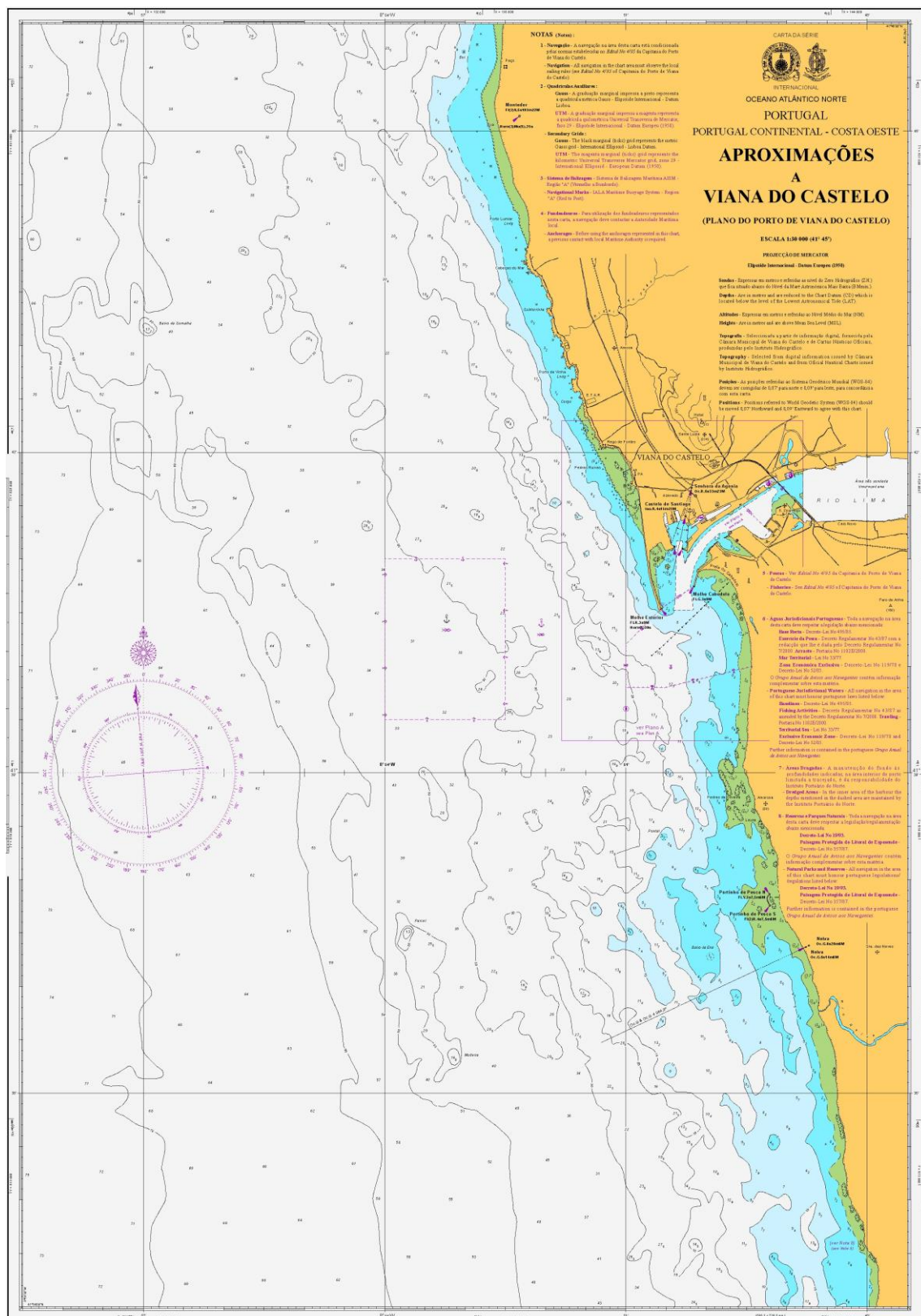


Fig. A. 3 - Carta 26041 (Fonte: www.viana.apdl.pt).

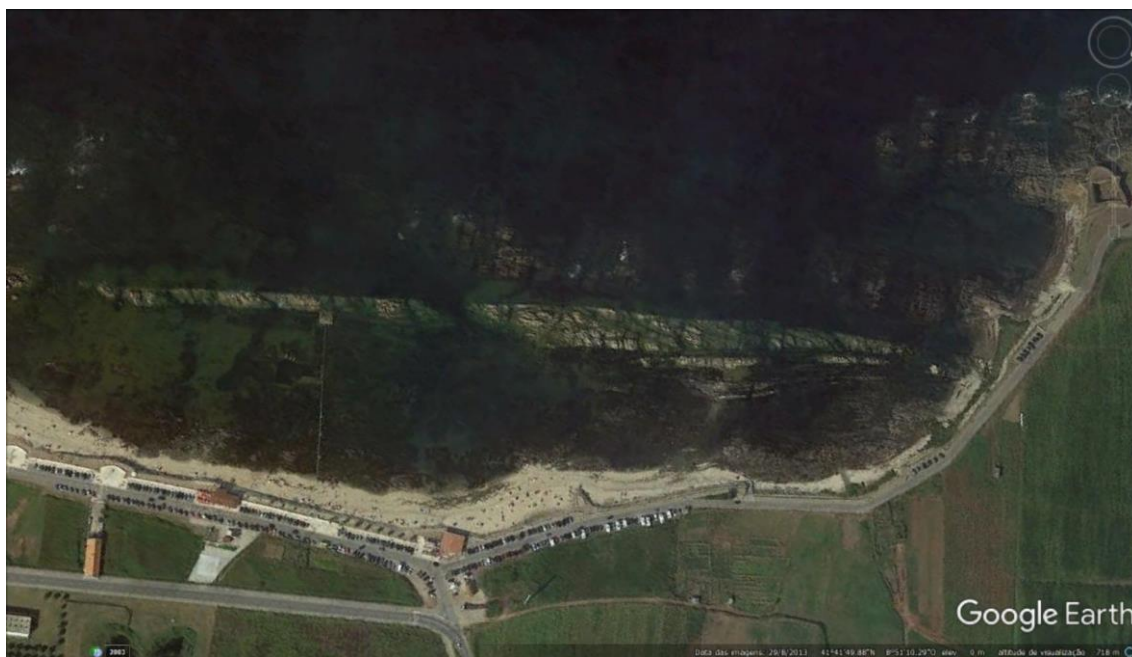


Fig. A. 4 - Fotografia aérea Google Maps, Agosto 2013.



Fig. A. 5 - Levantamento aéreo efetuado por Foto Engenho, 2016 (Créditos: Prof. Francisco Piqueiro).

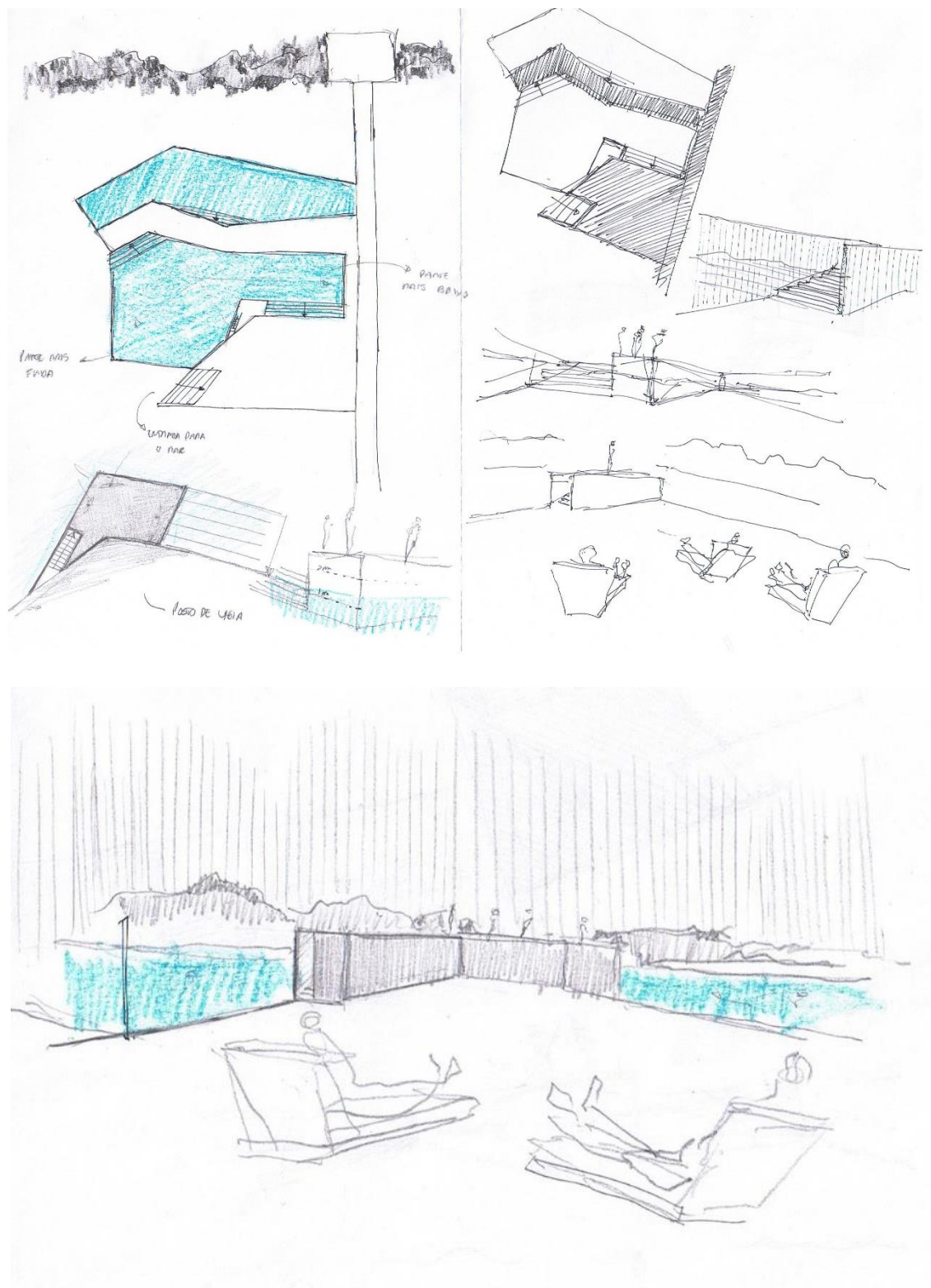


Fig. A. 6 - Esquços das propostas
(Crédito: Diogo Borges).

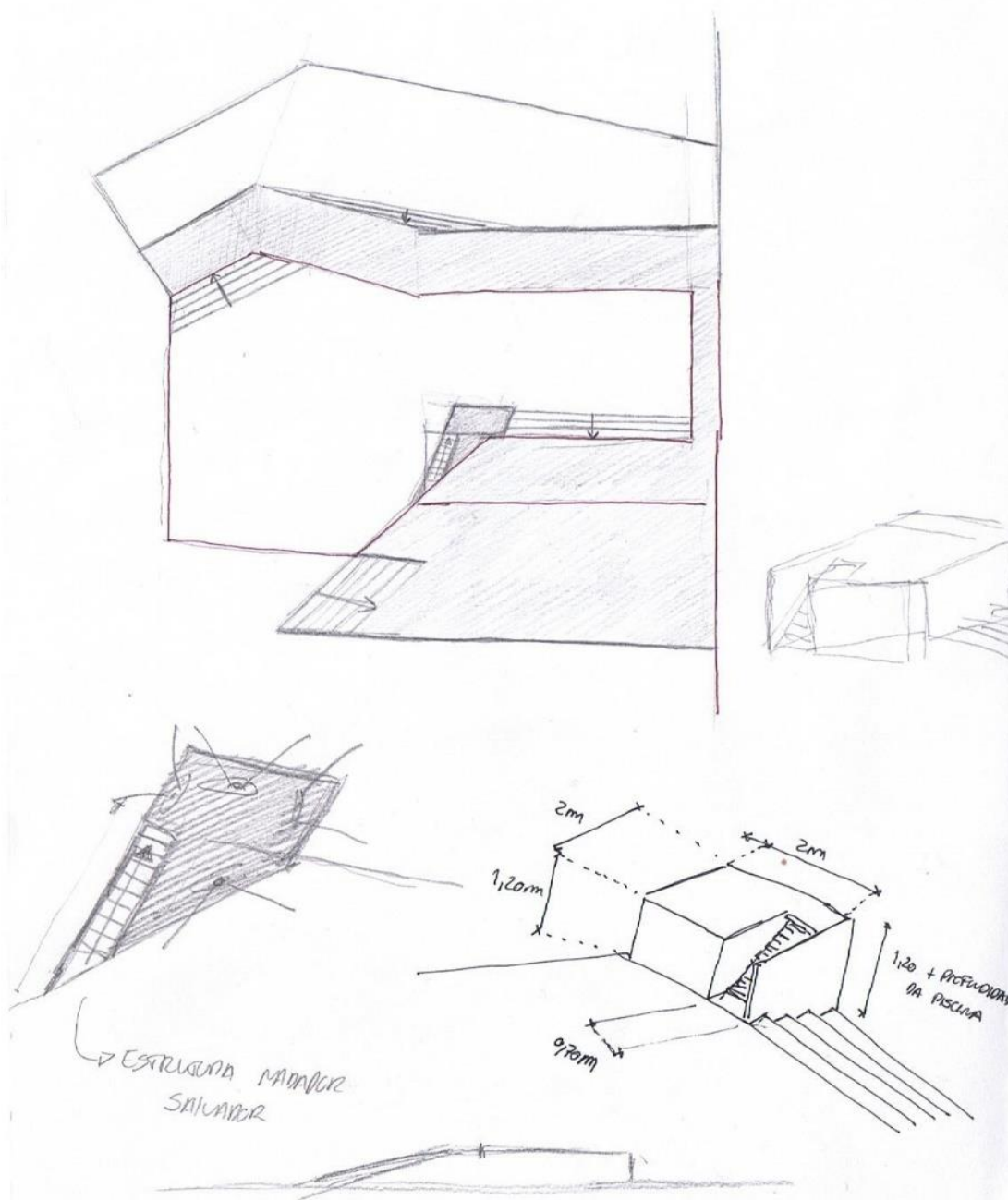


Fig. A. 7 - Esquícios das propostas
(Crédito: Diogo Borges).

Anexo B – Modelações 3D das propostas

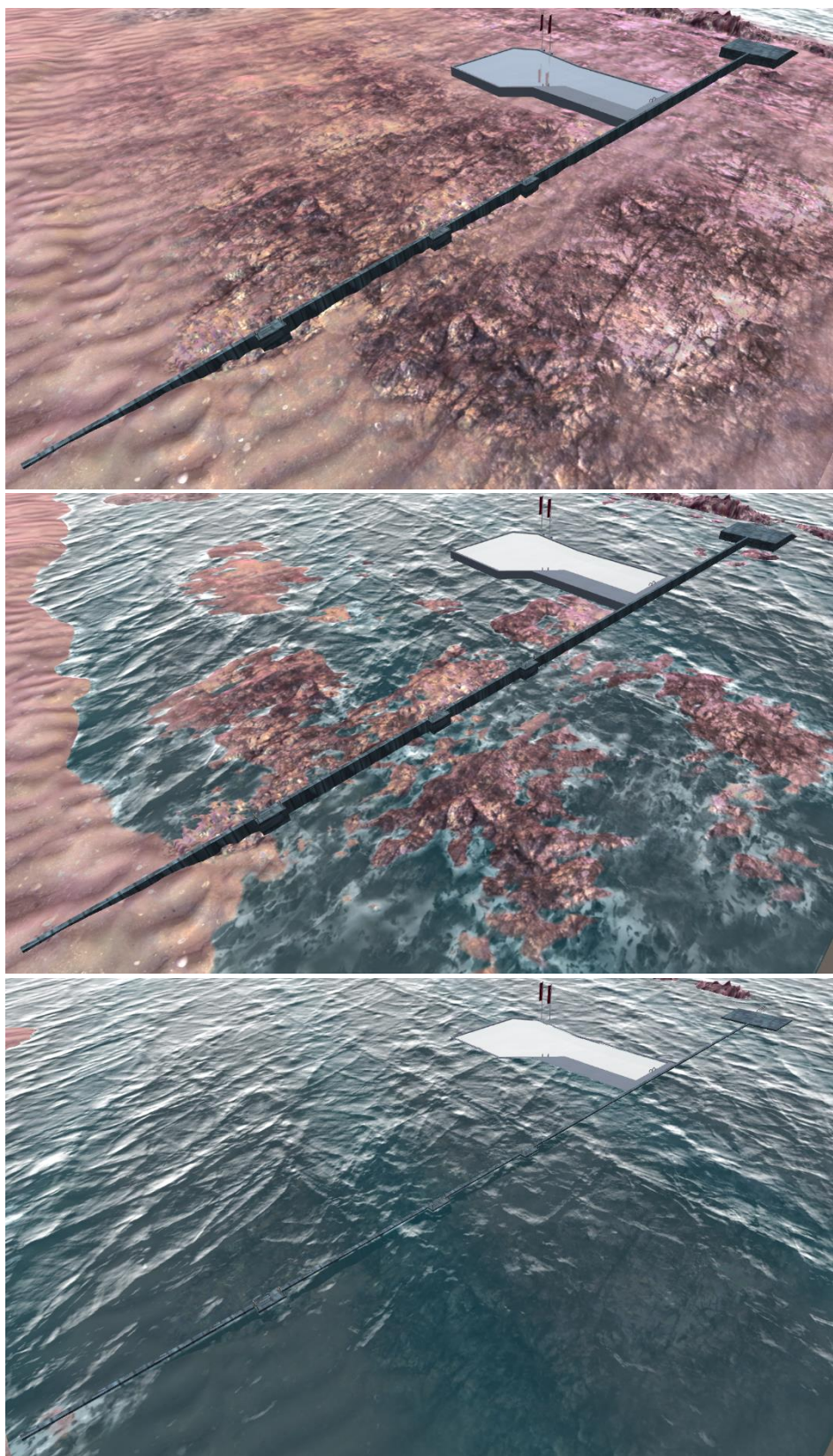


Fig. B. 1 - Situação atual.

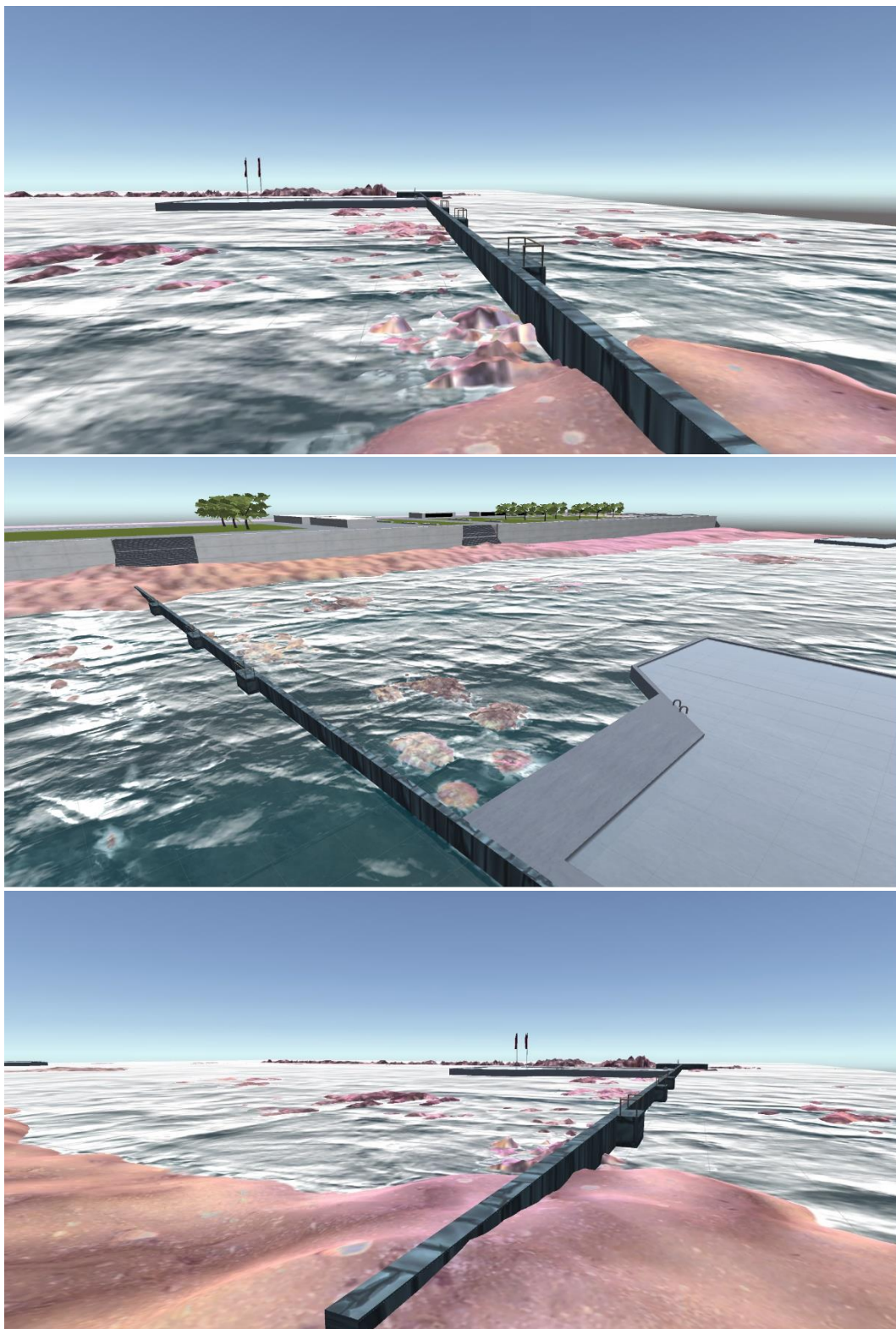


Fig. B. 2 - Passadiço atual.

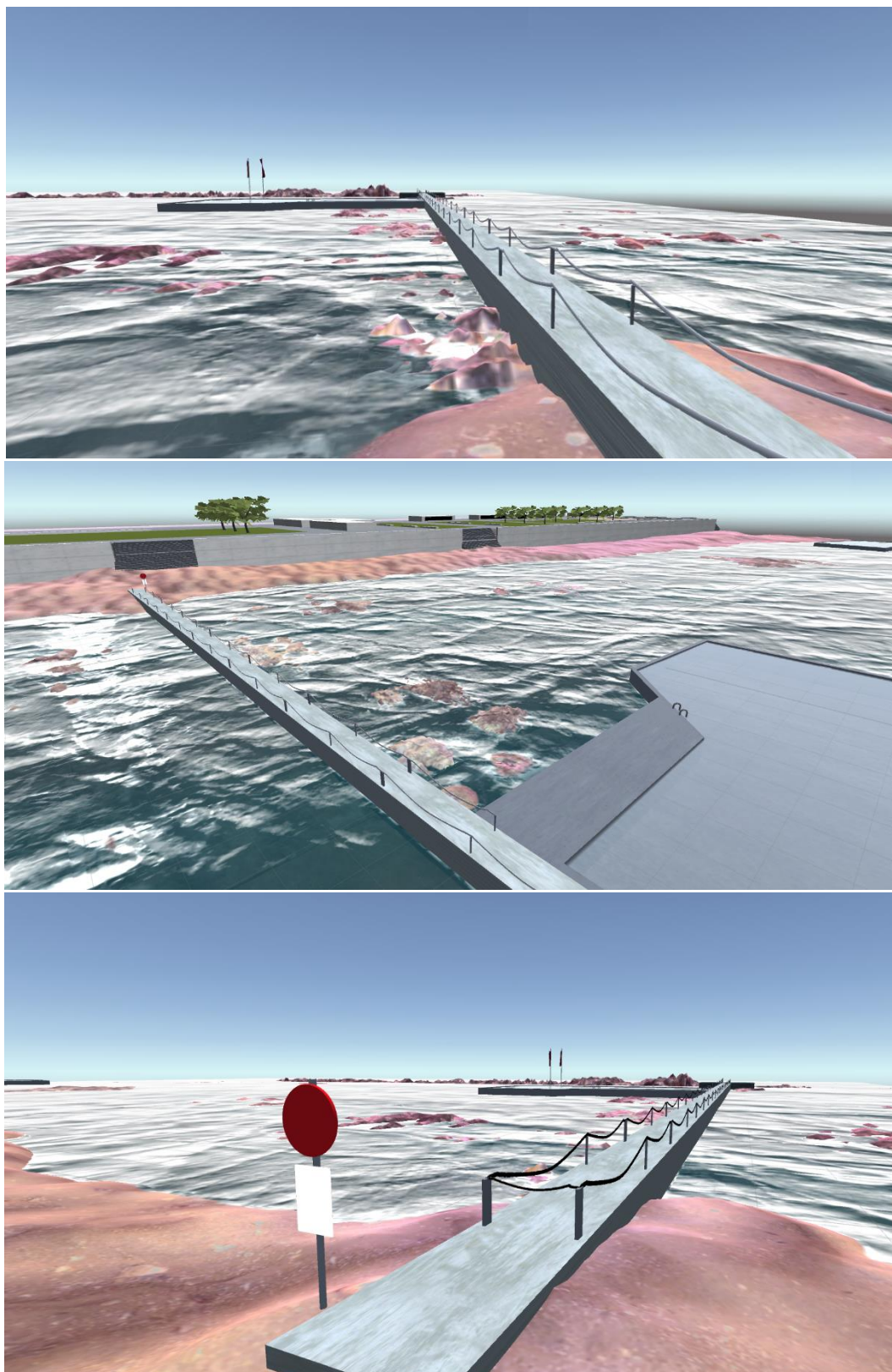


Fig. B. 3 - Novo passadiço (proposta 1, todas as configurações).

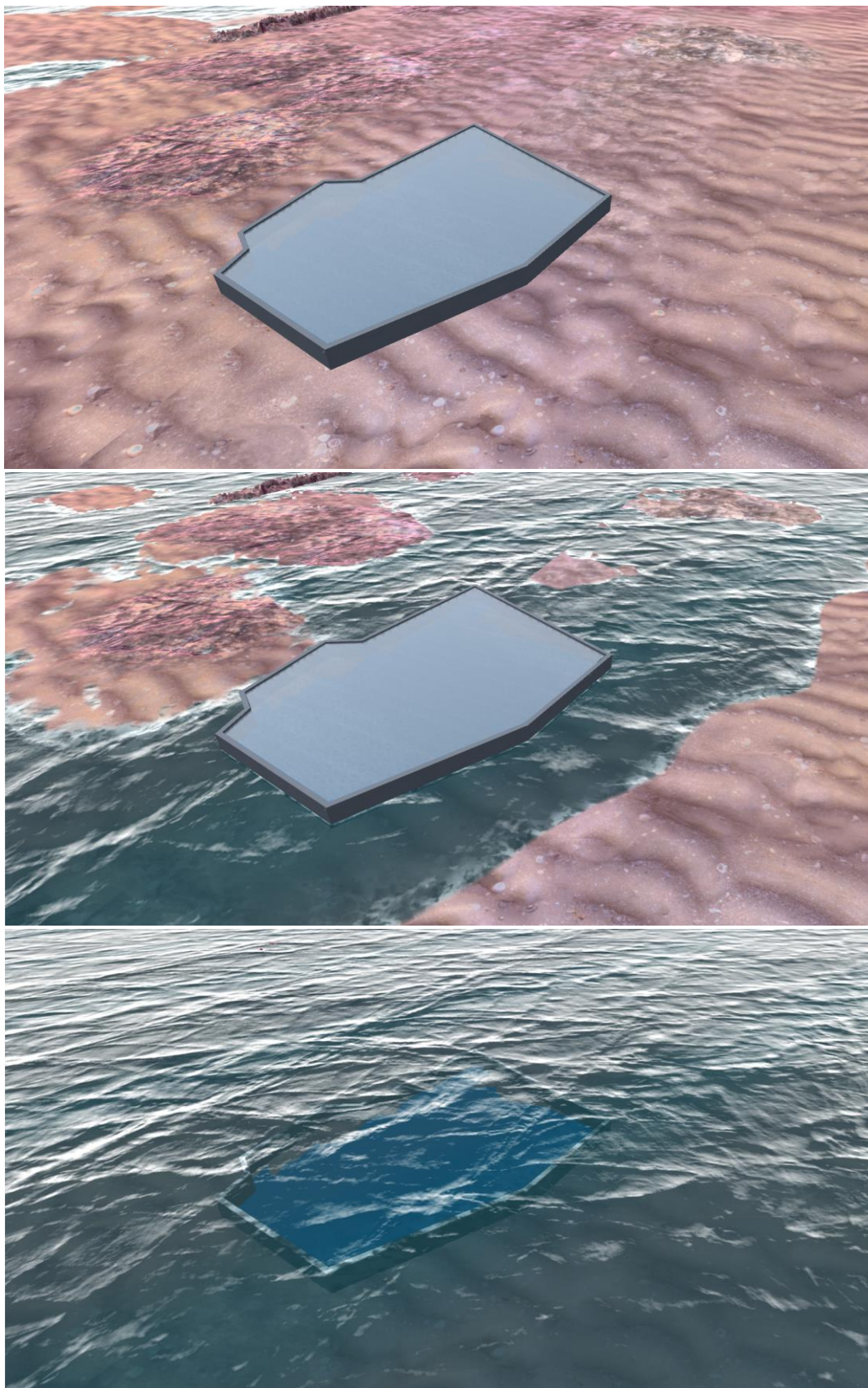


Fig. B. 4 - Piscina pequena após regularização e manutenção (proposta 1, todas as configurações).

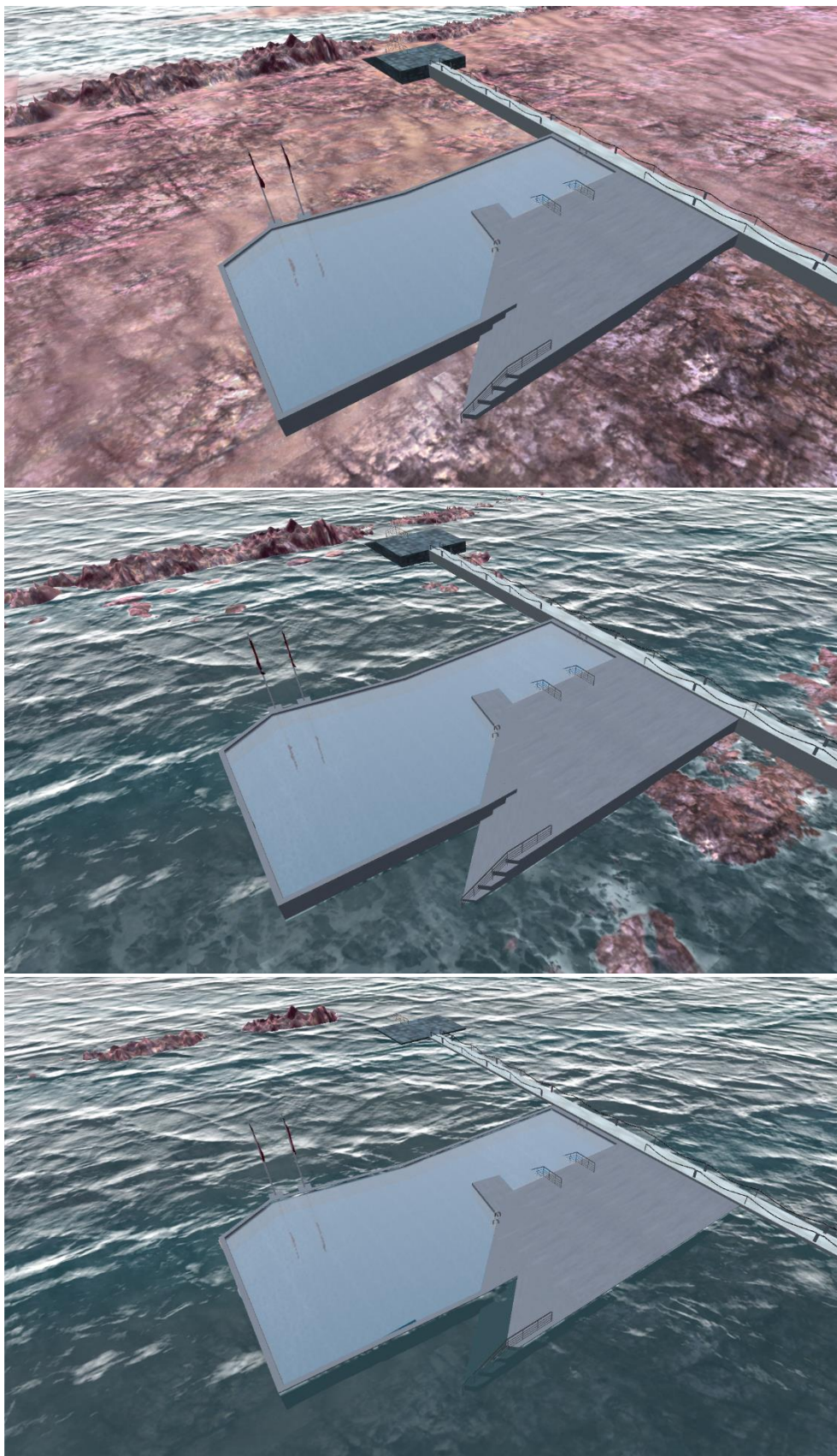


Fig. B. 5 - Expansão do solário (configuração 2).

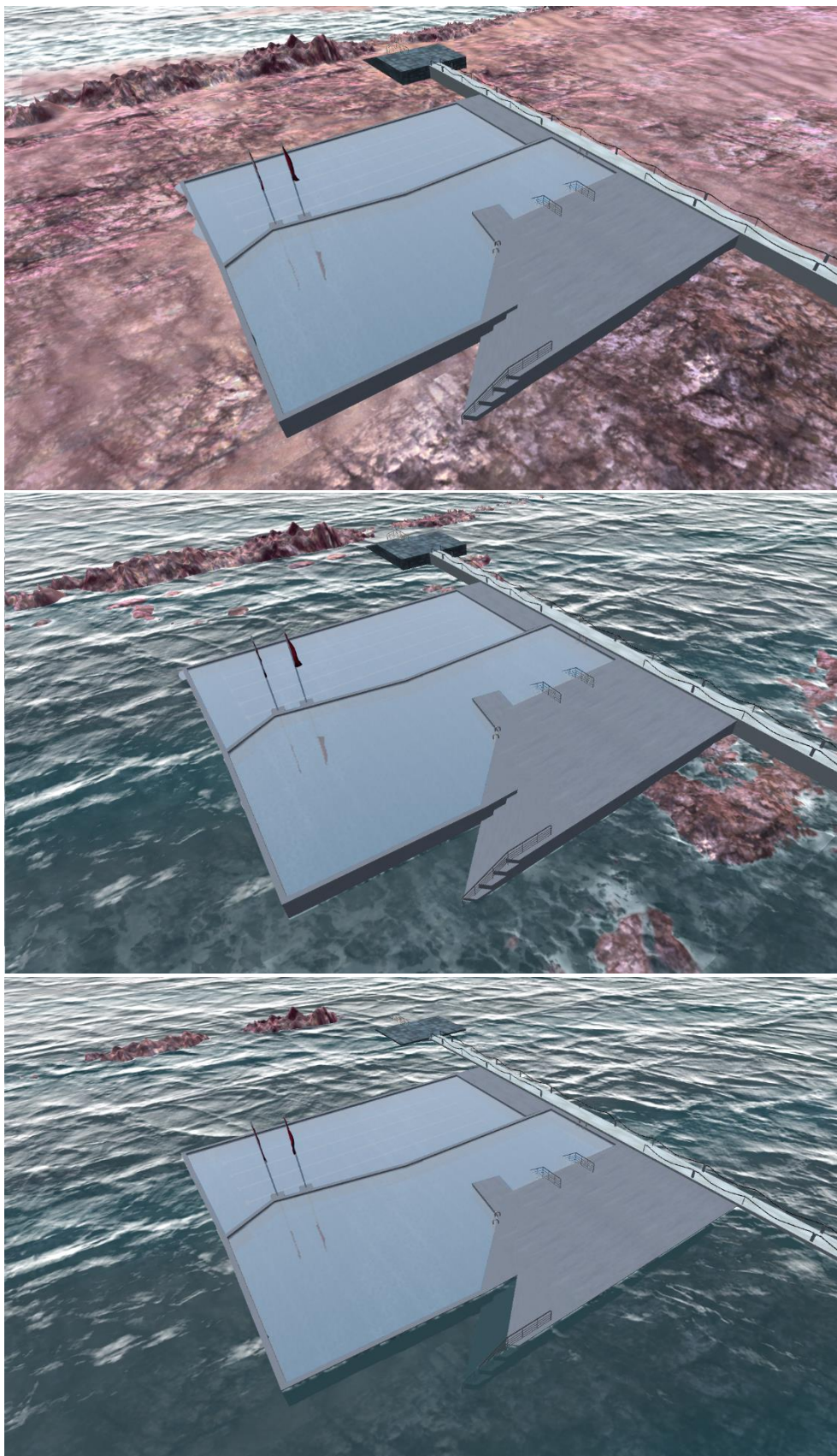


Fig. B. 6 - Piscina semiolímpica (configuração 3).

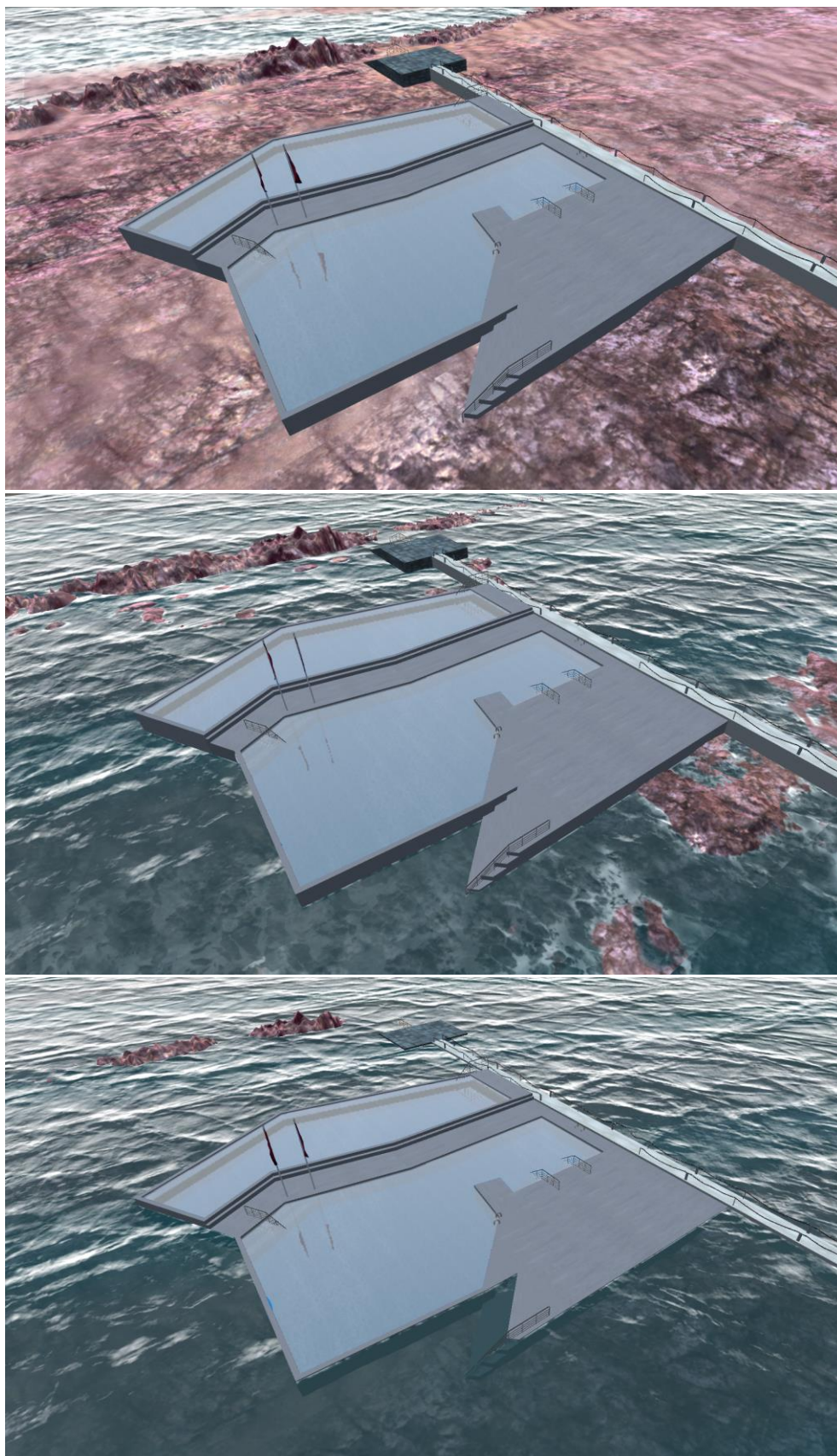


Fig. B. 7 - Piscina infinita (configuração 6).

Anexo C – Plantas das diferentes configurações de propostas

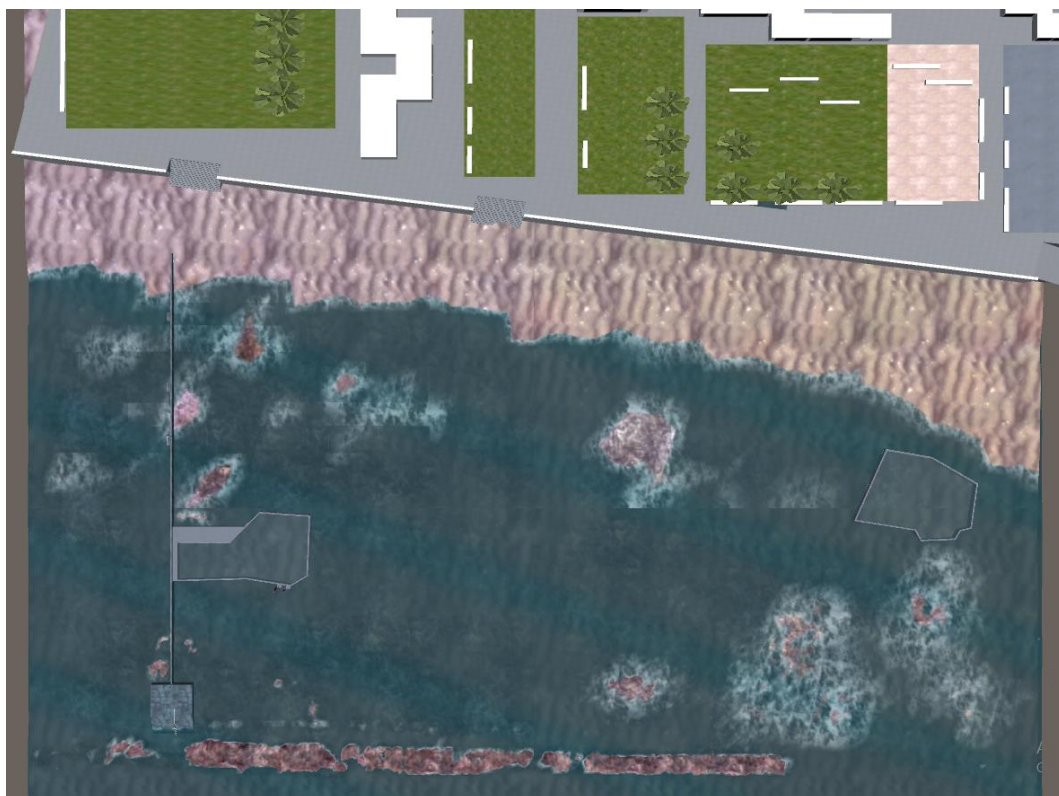


Fig. C. 1 - Situação atual ou "não intervenção".

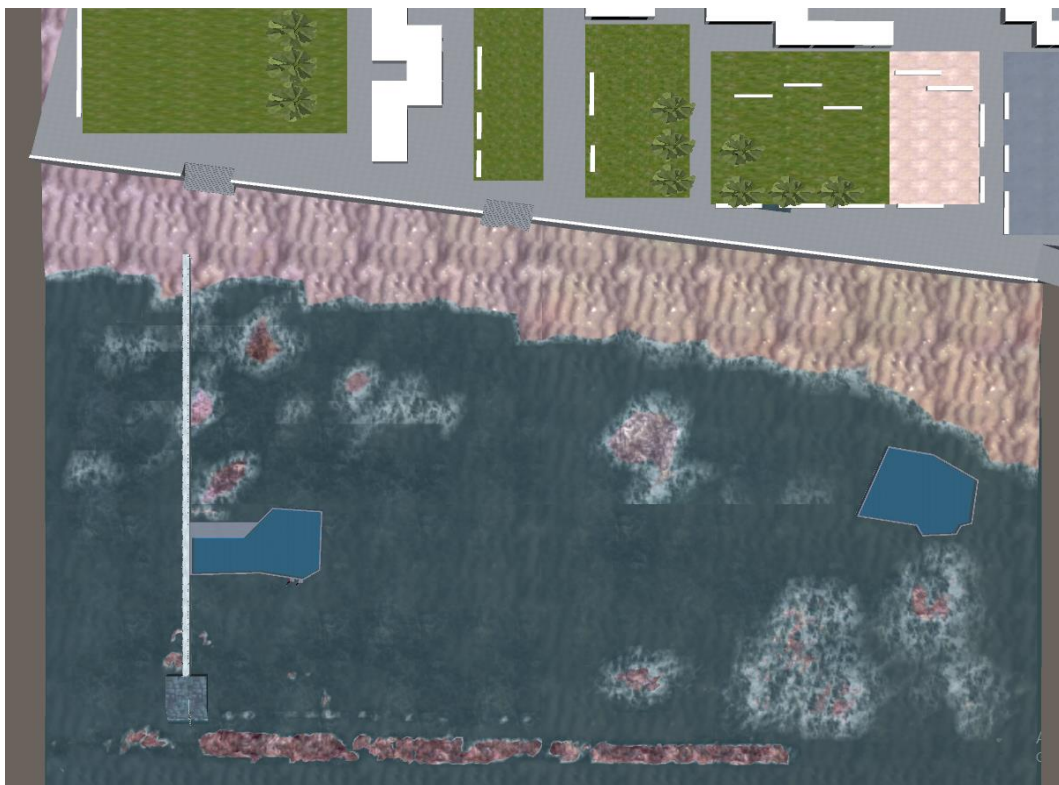


Fig. C. 2 - Planta da configuração 1.

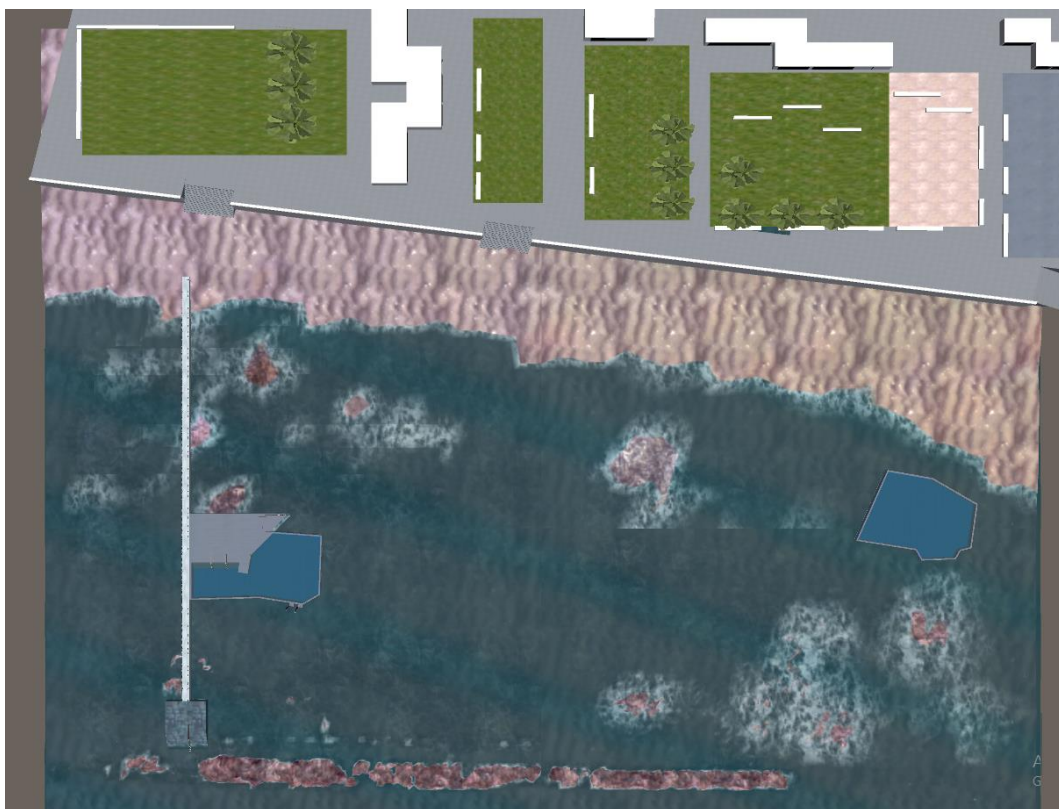


Fig. C. 3 - Planta da configuração 2.

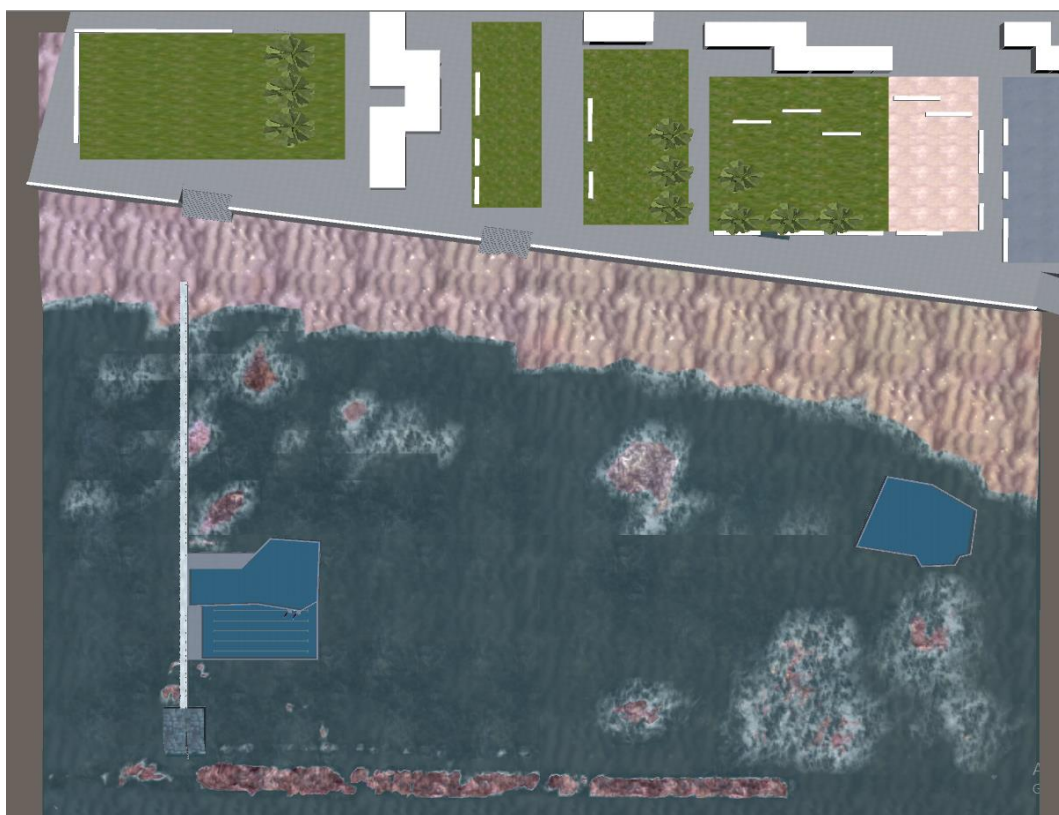


Fig. C. 4 - Planta da configuração 3.

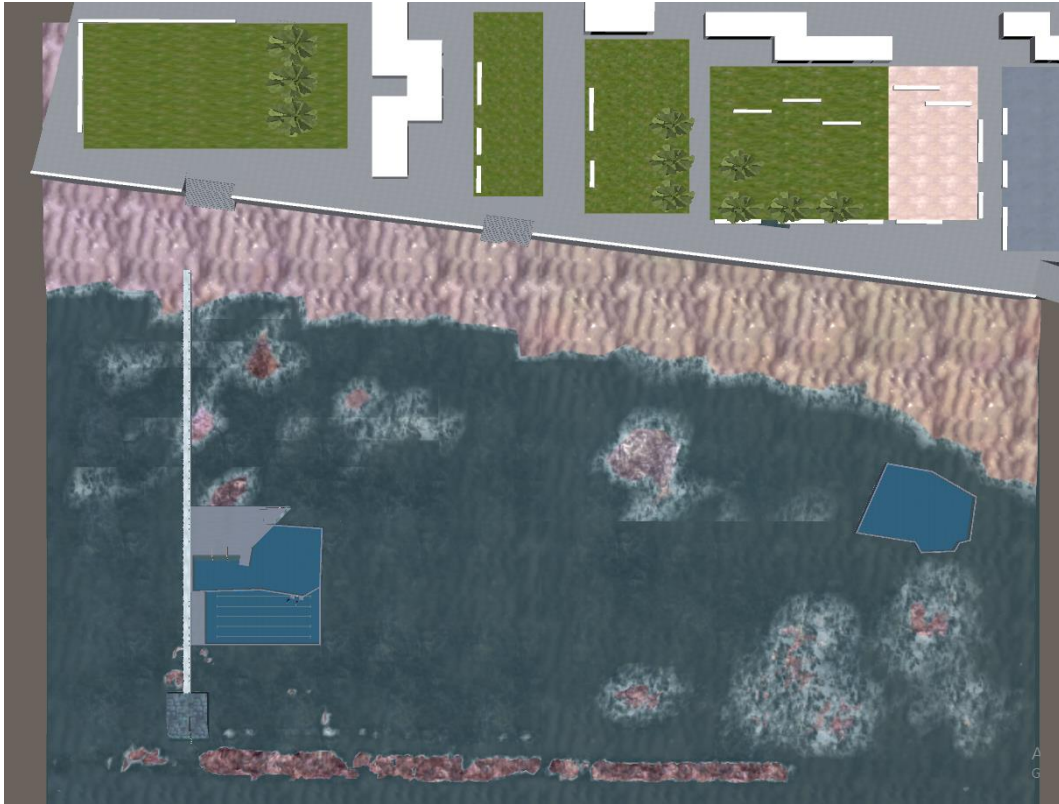


Fig. C. 5 - Planta da configuração 4.

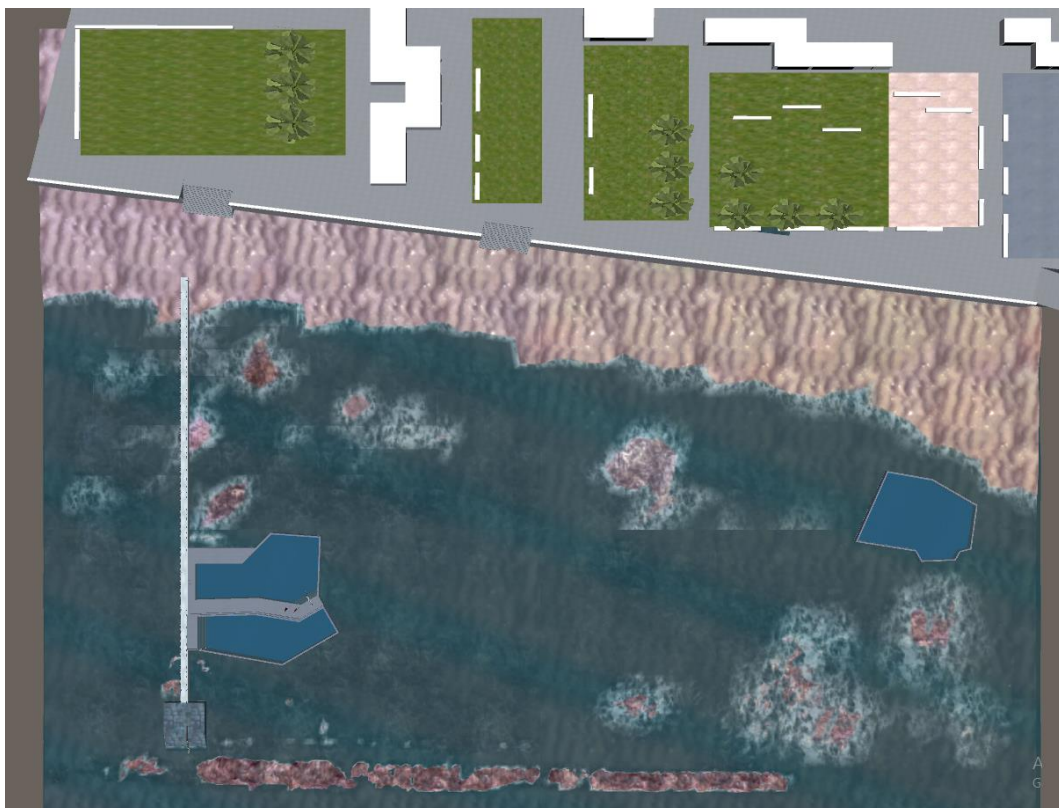


Fig. C. 6 - Planta da configuração 5.

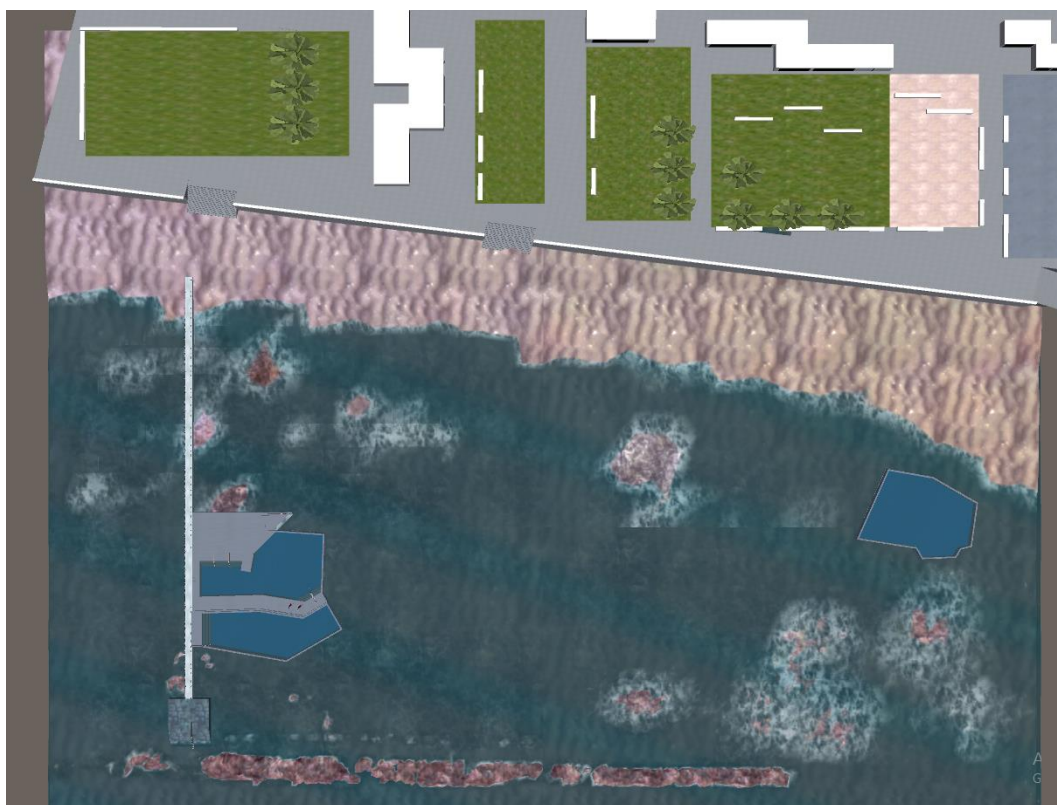


Fig. C. 7 - Planta da configuração 6.